

**TUGAS AKHIR – MN141581**

**ANALISIS KONSEKUENSI *GREEN PORT* TERHADAP BIAYA  
PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS (STUDI KASUS: TELUK  
LAMONG)**

MARIZKA AGY ROOSANTI  
4110100086

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

**JURUSAN TEKNIK PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2015**



---

**FINAL PROJECT – MN141581**

**ANALYSIS CONSEQUENCES OF GREEN PORT FOR PORT COSTS  
AND EXTERNALITIES (CASE STUDY: TELUK LAMONG)**

MARIZKA AGY ROOSANTI  
4110100086

**SUPERVISOR**

Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

**DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE  
AND SHIPBUILDING ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOVEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2015**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS KONSEKUENSI *GREEN PORT* TERHADAP BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS (STUDI KASUS: TELUK LAMONG)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi Transportasi Laut  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MARIZKA AGY ROOSANTI  
NRP 4110 100 086

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:  
Dosen Pembimbing I



Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.

NIP 19650123 199603 1 001

SURABAYA, JANUARI 2015



## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS KONSEKUENSI *GREEN PORT* TERHADAP BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS (STUDI KASUS: TELUK LAMONG)

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi Transportasi Laut

Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MARIZKA AGY ROOSANTI

NRP 4110 100 086

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing II



Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

NIP 19790525 201404 1 00 1

SURABAYA, JANUARI 2015



## LEMBAR REVISI

### ANALISIS KONSEKUENSI *GREEN PORT* TERHADAP BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS (STUDI KASUS: TELUK LAMONG)

#### TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai hasil sidang Ujian Tugas Akhir  
21 Januari 2015


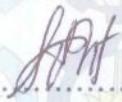
Bidang Studi Transportasi Laut  
Program S1 Jurusan Teknik Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MARIZKA AGY ROOSANTI  
NRP 4110 100 086

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Erik Sugianto, S.T., M.T.
2. Irwan Tri Yuniarto, S.T., M.T.
3. Achmad Mustakim, S.T., MBA.
4. Jauhari Alafi, S.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.
2. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.



SURABAYA, JANUARI 2015



# ANALISIS KONSEKUENSI *GREEN PORT* TERHADAP BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS (STUDI KASUS: TELUK LAMONG)

Nama : Marizka Agy Roosanti

NPR : 4110 100 086

Jurusan / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan

Dosen Pembimbing I : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.

Dosen Pembimbing II : Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

## ABSTRAK

Teluk Lamong akan menjadi terminal *multipurpose* pertama yang mengaplikasikan konsep ramah lingkungan (*Green Port*). Konsep ramah lingkungan yang diterapkan adalah penggunaan peralatan bongkar muat elektrik dan fasilitas pelabuhan yang ramah lingkungan dengan sumber daya yang dapat diperbaharui. Dengan konsep ramah lingkungan yang digunakan ini, diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan, yaitu pengurangan polusi udara akibat emisi yang ditimbulkan dari penggunaan peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan.

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah menganalisis biaya pelabuhan dan eksternalitas *Green Port* (Teluk Lamong) dan *Non-Green Port* (Nilam) dari penggunaan peralatan bongkar muat dan fasilitas yang digunakan, yaitu *container crane*, truk dan *yard crane*. Biaya pelabuhan meliputi investasi, biaya operasional dan biaya perawatan atas peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan, sedangkan eksternalitas merupakan biaya emisi yang dihasilkan dari penggunaan peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan.

Dari hasil analisis menunjukkan bahwa biaya pelabuhan *Green Port* sebesar 30.68 milyar rupiah/tahun dan biaya pelabuhan *Non-Green Port* sebesar 45.77 milyar rupiah/tahun. Eksternalitas *Green Port* sebesar 1.33 milyar rupiah/tahun (batu bara) dan 800 juta rupiah/tahun (gas). Eksternalitas *Non-Green Port* sebesar 1.98 milyar rupiah/tahun. Sehingga unit biaya untuk *Green Port* sebesar 91,464 rupiah/box (batu bara) dan 89,923 rupiah/box (gas), sedangkan unit biaya *Non-Green Port* sebesar 136,437 rupiah/box.

Kata kunci: Biaya pelabuhan, eksternalitas, emisi, *green port*.



# **ANALYSIS CONSEQUENCES OF GREEN PORT FOR PORT COSTS AND EXTERNALITIES (CASE STUDY: TELUK LAMONG)**

**Author** : Marizka Agy Roosanti  
**ID No.** : 4110 100 086  
**Department / Faculty** : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan  
**Supervisor I** : Ir. Murdjito, M.Sc.Eng.  
**Supervisor II** : Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.

## **ABSTRACT**

Teluk Lamong will be one of the multipurpose terminal that applying environmental friendly concept (Green Port). The concept is using electric cargo handling equipments and environmental friendly port facilities with renewable resources. This concept is expected to give possitive effect to the environment that is reduction air pollution due to emissions caused by the use of cargo handling equipments and port facilities.

The purpose of this study is to analyze port costs and externalities of Green Port (Teluk Lamong) and Non-Green Port (Nilam) from the use of cargo handling equipments and port facilities that is container crane, truck and yard crane. Port Costs include investment, operational cost and maintenance cost, while externalities are cost of emissions from the use of cargo handling equipments and port facilities.

According to analysis result, showed that port costs of Green Port are 30.68 billion rupiah/year and port costs of Non-Green Port are 45.77 billion rupiah/year. Eksternalities for Green Port are 1.33 billion rupiah/year (coal) and 800 million rupiah/year (gas). Eksternalities for Non-Green Port are 1.98 billion rupiah/year. So, unit costs for Green Port are 91,464 rupiah/box (coal) and 89,923 rupiah/box (gas), while unit cost for Non-Green Port is 136,437 rupiah/box.

Keywords: Port costs, externalities, emission, green port.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“Analisis Konsekuensi *Green Port* terhadap Biaya Pelabuhan dan Eksternalitas (Studi Kasus: Teluk Lamong)”** dengan baik dan tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungan selama pengerjaan Tugas Akhir ini kepada:

1. Bapak Ir. Murdjito M.Sc.Eng selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan, ilmu dan motivasi.
2. Mbak Dwi, Mas Irwan dan Pak Eka selaku Dosen Pembimbing 2 yang dengan sabar memberikan arahan, ide dan motivasi.
3. Bapak Ir. Tri Achmadi Ph.D., Bapak Firmanto Hadi S.T., M.T., Bapak I.G.N. Sumanta Buana S.T., M.Eng., Bapak Dr.-Ing Setyo Nugroho selaku dosen pengajar Jurusan Transportasi Laut atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan dan motivasinya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Seluruh dosen muda Jurusan Transportasi Laut atas arahan, ide dan motivasinya.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik perkapalan atas ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan.
6. Seluruh karyawan Divisi Operasi dan Teknik dan Divisi Terminal Nilam PT Pelabuhan Indonesia III (Pak Rumaji, Pak Wahyu Agung, Captain Amirul, Pak Recky, Pak Prahara, Pak Dani dan segenap karyawan yang tidak dapat disebutkan satu persatu) atas bantuan observasi data.
7. Mama, Ayeh, Mbak Fia, Isti dan semua keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan semangat bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman tersayang dan seperjuangan Zata, Wina, Yasir, Ancha, Nina, Heri, Akmal, Galung, Mas Tyan, dan semua teman-teman angkatan 2010 yang selalu memberikan motivasi dan pencerahan, baik saat masa perkuliahan maupun pengerjaan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat tersayang Torben dan Tesa yang selalu memberikan semangat dan menjadi pendengar setia bagi penulis.



10. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberkati dan membalas semua kebaikan yang telah dilakukan. Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan kemampuan penulis, untuk itu sebelumnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Surabaya, Januari 2015

Marizka Agy Roosanti



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR REVISI.....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-2
1.3 Tujuan .....	I-2
1.4 Batasan Masalah.....	I-2
1.5 Manfaat .....	I-3
1.6 Hipotesis.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	I-3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	II-1
2.1 Pelabuhan .....	II-1
2.2 Konsep <i>Green Port</i> .....	II-3
2.3 Metode Biaya Manfaat.....	II-8
2.4 Biaya .....	II-10
2.4.1 Produktivitas.....	II-10
2.4.2 Investasi .....	II-10
2.4.3 Biaya Modal .....	II-12
2.4.4 Biaya Operasional.....	II-14



2.4.5	Biaya Perawatan .....	II-17
2.5	Teori Eksternalitas .....	II-18
2.6	Emisi .....	II-23
2.7	Pelabuhan Tanjung Perak.....	II-29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		III-1
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	III-1
3.2	Langkah-Langkah Pengerjaan Tugas Akhir.....	III-2
BAB IV TERMINAL PETIKEMAS TELUK LAMONG DAN NILAM .....		IV-1
4.1	Proses Penanganan Petikemas di Terminal Petikemas .....	IV-1
4.1.1	Proses Bongkar Muat.....	IV-1
4.1.2	Proses Transfer .....	IV-1
4.1.3	Proses Penumpukan.....	IV-1
4.2	Alat Bongkar muat.....	IV-2
4.2.1	<i>Electric Container Crane</i> .....	IV-2
4.2.2	<i>Automotive Terminal Trailer (ATT)</i> .....	IV-3
4.2.3	<i>Automated Stacking Crane (ASC)</i> .....	IV-4
4.2.4	<i>Container Crane</i> .....	IV-4
4.2.5	<i>Truk Trailer</i> .....	IV-5
4.2.6	<i>Rubber Tyre Gantry Crane (RTG)</i> .....	IV-6
BAB V PERHITUNGAN BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS .....		V-1
5.1	Produktivitas.....	V-1
5.1.1	Input Data Produktivitas .....	V-1
5.1.2	Persamaan Produktivitas .....	V-1
5.2	Biaya Pelabuhan <i>Green Port</i> .....	V-1
5.2.1	Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ) .....	V-2
5.2.2	Biaya Operasional ( <i>Operational Cost</i> ) .....	V-2



5.2.3	Biaya Perawatan ( <i>Maintenance Cost</i> ).....	V-4
5.3	Eksternalitas <i>Green Port</i> .....	V-4
5.3.1	Input Data Biaya Emisi Batu bara .....	V-4
5.3.2	Persamaan Biaya Emisi Batu bara.....	V-5
5.3.3	Input Data Biaya Emisi Gas .....	V-5
5.3.4	Persamaan Biaya Emisi Gas.....	V-5
5.4	Biaya Pelabuhan <i>Non-Green Port</i> .....	V-5
5.4.1	Biaya Modal ( <i>Capital Cost</i> ) .....	V-6
5.4.2	Biaya Operasional ( <i>Operational Cost</i> ) .....	V-6
5.4.3	Biaya Perawatan ( <i>Maintenance Cost</i> ).....	V-7
5.5	Eksternalitas <i>Non-Green Port</i> .....	V-8
5.5.1	Input Data Biaya Emisi Solar HSD .....	V-8
5.5.2	Persamaan Biaya Emisi Solar HSD.....	V-9
5.6	Perbandingan Biaya Pelabuhan dan Eksternalitas.....	V-9
5.7.1	Perbandingan Biaya Modal .....	V-9
5.7.2	Perbandingan Biaya Operasional .....	V-10
5.7.3	Perbandingan Biaya Perawatan .....	V-11
5.7.4	Perbandingan Total Biaya Pelabuhan.....	V-12
5.7.5	Perbandingan Biaya Emisi CO <sub>2</sub> .....	V-13
5.7.6	Perbandingan Biaya Emisi NO <sub>x</sub> .....	V-14
5.7.7	Perbandingan Biaya Emisi SO <sub>x</sub> .....	V-15
5.7.8	Perbandingan Total Biaya Emisi.....	V-16
5.7.9	Perbandingan Total <i>Unit Cost</i> .....	V-17
BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		VI-1
6.1	Analisis Produktivitas .....	VI-1
6.1.1	Biaya Pelabuhan .....	VI-1



6.1.2	Eksternalitas .....	VI-3
6.1.3	Total Biaya .....	VI-5
6.1.4	Unit Biaya .....	VI-6
6.1.5	Sensitivitas Utilitas Alat .....	VI-8
6.2	Analisis Sensitivitas .....	VI-10
6.2.1	Waktu Operasi .....	VI-10
6.2.2	Biaya Modal .....	VI-11
6.2.3	Biaya Operasional .....	VI-12
6.2.4	Biaya Perawatan .....	VI-13
6.2.5	Biaya Emisi .....	VI-14
6.3	Sensitivitas BCR ( <i>Benefit Cost Ratio</i> ) .....	VI-15
6.3.1	Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Batu bara .....	VI-15
6.3.2	Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Gas .....	VI-16
BAB VII	PENUTUP .....	VII-1
7.1	Kesimpulan .....	VII-1
7.2	Saran .....	VII-1
DAFTAR PUSTAKA .....		VIII-1
LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		



## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Sydney Port Australia Tampak dari Atas .....	II-8
Gambar II.2. Tanjung Perak Pada Zaman Kolonial .....	II-29
Gambar II.3. Peta Tanjung Perak dan Terminalnya .....	II-30
Gambar II.4. Lokasi Pelabuhan Tanjung Perak dan Teluk Lamong .....	II-31
Gambar II.5. Denah Terminal Multipurpose Teluk Lamong .....	II-32
Gambar III.1. Metodologi Penelitian .....	III-1
Gambar IV.1. Proses Bongkar Muat Petikemas .....	IV-2
Gambar IV.2. <i>Container Crane</i> dengan Tenaga Listrik .....	IV-3
Gambar IV.3. <i>Automotive Terminal Trailer</i> .....	IV-3
Gambar IV.4. <i>Automated Stacking Crane</i> .....	IV-4
Gambar IV.5. <i>Container Crane</i> .....	IV-5
Gambar IV.6. <i>Truk Trailer</i> .....	IV-5
Gambar IV.7. <i>Rubber Tyre Gantry Crane</i> .....	IV-6
Gambar V.1. Grafik Perbandingan Biaya Modal .....	V-10
Gambar V.2. Grafik Perbandingan Biaya Operasional.....	V-11
Gambar V.3. Grafik Perbandingan Biaya Perawatan .....	V-12
Gambar V.4. Grafik Perbandingan Total Biaya Pelabuhan .....	V-13
Gambar V.5. Grafik Perbandingan Biaya Emisi CO <sub>2</sub> .....	V-14
Gambar V.6. Grafik Perbandingan Biaya Emisi NO <sub>x</sub> .....	V-15
Gambar V.7. Grafik Perbandingan Biaya Emisi SO <sub>x</sub> .....	V-16
Gambar V.8. Grafik Perbandingan Total Biaya Emisi .....	V-17
Gambar V.9. Grafik Perbandingan Total <i>Unit Cost</i> .....	V-18
Gambar VI.1. Grafik Perbandingan Biaya Pelabuhan <i>Green Port</i> Terpasang dan Terpakai .....	VI-2
Gambar VI.2. Grafik Perbandingan Biaya Pelabuhan <i>Non-Green Port</i> Terpasang dan Terpakai.....	VI-3
Gambar VI.3. Grafik Perbandingan Eksternalitas <i>Green Port</i> Terpasang dan Terpakai. VI-4	
Gambar VI.4. Grafik Perbandingan Eksternalitas <i>Non-Green Port</i> Terpasang dan Terpakai .....	VI-4
Gambar VI.5. Grafik Perbandingan Total Biaya <i>Green Port</i> Terpasang dan Terpakai ..	VI-5



Gambar VI.6. Grafik Perbandingan Total Biaya <i>Non-Green Port</i> Terpasang dan Terpakai .....	VI-6
Gambar VI.7. Grafik Perbandingan Unit Biaya <i>Green Port</i> Terpasang dan Terpakai....	VI-7
Gambar VI.8. Grafik Perbandingan Unit Biaya <i>Non-Green Port</i> Terpasang dan Terpakai .....	VI-7
Gambar VI.9. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Total Biaya Pelabuhan .....	VI-8
Gambar VI.10. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Biaya Emisi .....	VI-9
Gambar VI.11. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Total Cost .....	VI-9
Gambar VI.12. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Unit Cost .....	VI-10
Gambar VI.13. Grafik Sensitivitas terhadap Waktu Operasi .....	VI-11
Gambar VI.14. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Modal .....	VI-12
Gambar VI.15. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Operasional .....	VI-13
Gambar VI.16. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Perawatan .....	VI-14
Gambar VI.17. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Emisi .....	VI-15
Gambar VI.18. Grafik Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Batu bara.....	VI-16
Gambar VI.19. Grafik Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Gas.....	VI-17



## DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Faktor Konversi.....	II-25
----------------------------------	-------



## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Marizka Agy Roosanti, biasa dipanggil Ica, merupakan anak ke-2 dari 3 bersaudara yang lahir di Sidoarjo pada tanggal 2 Agustus 1992. Penulis telah menempuh pendidikan formal, yaitu di SDN Tambak Rejo II, SMP Negeri 2 Waru, SMA Negeri 1 Waru. Setelah lulus dari SMA N 1 Waru pada tahun 2010, penulis diterima melalui jalur SNMPTN di Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2010. Pada masa studi di Jurusan Teknik Perkapalan, penulis mengambil Bidang Studi Transportasi Laut. Penulis sempat aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Perkapalan sebagai Sekretaris Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa tahun 2011-2012, Sekretaris Departemen Kewirausahaan tahun 2012-2013, selain itu juga aktif mengikuti pelatihan LKMM-Pra TD tahun 2010 dan LKMM-TD tahun 2010.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Polusi merupakan dampak negatif dari berlangsungnya kegiatan transportasi, terutama transportasi laut. Oleh karena itu, IMO (*International Maritime Organization*) membuat peraturan internasional tentang polusi yang berasal dari kapal, yang mana merupakan moda transportasi laut. Peraturan internasional ini disebut MARPOL 73/78, peraturan internasional tentang pencegahan polusi dari kapal. Salah satu pencegahan polusi yang menjadi bahasan peraturan ini adalah pencegahan polusi udara, terdapat pada Annex VI. Peraturan ini mengatur tentang batasan emisi NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> dan zat-zat yang dapat merusak lapisan ozon, selain itu terdapat syarat dan ketentuan untuk penggunaan bahan bakar yang digunakan kapal dan daerah-daerah tertentu yang diberlakukan peraturan ini, seperti Laut Utara dan Laut Baltik di Eropa.

Sejak peraturan tersebut berlaku pada tahun 2010, maka kapal-kapal dengan konsep *Green Ship*, yang artinya adalah kapal dengan bahan bakar rendah emisi dan ramah lingkungan, mulai digunakan untuk memenuhi peraturan tersebut. Tidak hanya konsep *Green Ship* saja yang diterapkan untuk menanggulangi pencemaran udara, tetapi juga diterapkan pada pelabuhannya dengan konsep *Green Port*, yang mana fasilitas dan peralatan bongkar muat yang digunakan berbasis ramah lingkungan, baik lingkungan di pelabuhan maupun di sekitar pelabuhan. Selain itu juga pemanfaatan sumber daya yang terbarukan secara maksimal untuk operasional pelabuhan.

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan pelabuhan terbesar kedua di Indonesia, yang mana mempunyai peranan yang sangat strategis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, terutama daerah industri dan komoditas-komoditas non migas di Jawa Timur. Pelabuhan Tanjung Perak juga menjadi pusat distribusi di seluruh wilayah Indonesia bagian Timur. Oleh karena itu, pengguna jasa pelabuhan di Surabaya memerlukan pelayanan yang lebih efektif dan efisien dari penyedia jasa kepelabuhanan, sehingga barang-barang dapat didistribusikan dengan cepat dan aman, serta biaya yang minimum.

Pelabuhan Tanjung Perak telah melayani jasa penanganan petikemas mencapai 3 juta TEUs dan kunjungan kapal sebanyak 76 juta GT pada tahun 2013. Pada tahun 2016 diprediksi akan mencapai 4 juta TEUs serta peningkatan bongkar muat *General Cargo*,



Curak Kering dan Curah Cair, yang mana dengan fasilitas yang ada tidak akan mampu untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jasa pelabuhan di Tanjung Perak. Pembangunan Terminal *multipurpose* Teluk Lamong termasuk dalam Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI), khususnya pada koridor Jawa. Terminal *multipurpose* Teluk Lamong merupakan proyek perluasan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya dengan nilai investasi sebesar Rp. 3.4 triliun. Tahap pertama pembangunan terminal *multi purpose* ini ditargetkan akan meningkatkan kapasitas Pelabuhan Tanjung Perak hingga 800 ribu TEU (*twenty-foot equivalent unit*) dan 600 ribu TEU di dermaga internasional. Terminal ini akan menjadi terminal *multipurpose* yang ramah lingkungan dengan menggunakan konsep *green port*. Konsep *Green Port* merupakan hal baru bagi pelabuhan-pelabuhan di Indonesia. Oleh karena itu, dengan dibangunnya Terminal *multipurpose* Teluk lamong dengan konsep *Green Port*, maka perlu dilakukan analisis konsekuensi biaya dan eksternalitas atas diberlakukannya *Green Port* tersebut.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang di atas terlihat permasalahan yang muncul adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah perbandingan biaya alat bongkar muat di *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*?
2. Bagaimanakah dampak eksternalitas penggunaan alat bongkar muat di *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan biaya alat bongkar muat di *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*?
2. Menganalisis dampak eksternalitas penggunaan alat bongkar muat di *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*?

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan pada Tugas Akhir ini agar tetap fokus dan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya fokus dilakukan pada Terminal Petikemas Domestik Teluk Lamong dan Nilam Tanjung Perak.
2. Biaya yang dimaksud adalah biaya modal, biaya operasional dan biaya perawatan.



3. Eksternalitas yang dimaksud adalah biaya polusi ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  dan  $\text{SO}_x$ ) dari bahan bakar yang digunakan.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengambil keputusan kebijakan investasi di pelabuhan terhadap peralatan bongkar muat ramah lingkungan sehingga mengetahui konsekuensinya terhadap biaya dan lingkungan.

### **1.6 Hipotesis**

1. Investasi alat bongkar muat ramah lingkungan yang tinggi sebanding dengan produktivitas alat bongkar muat dan konsekuensi biaya eksternalitas yang rendah terhadap lingkungan.
2. Biaya operasional dan perawatan alat bongkar muat ramah lingkungan yang tinggi berdampak positif terhadap lingkungan.

### **1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisikan konsep penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, hipotesa, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisikan langkah-langkah atau kegiatan dalam pelaksanaan tugas akhir yang mencerminkan alur berpikir dari awal pembuatan tugas akhir sampai selesai dan pengumpulan data-data yang menunjang pengerjaannya.

#### **BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

Berisikan penjelasan dari data-data yang dibutuhkan serta kegunaannya dalam penelitian ini.

#### **BAB V PERHITUNGAN BIAYA DAN EKSTERNALITAS**



Berisikan analisis tentang perhitungan biaya dan eksternalitas antara *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*.

#### BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisikan hasil evaluasi dari perbandingan biaya pelabuhan antara *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*, serta dampak eksternalitas yang dihasilkan dari penggunaan alat bongkar muat di *Green Port* dengan pelabuhan *Non-Green Port*.

#### BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan hasil analisis dan evaluasi yang didapat dan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut yang berkaitan dengan materi yang terdapat dalam tugas akhir ini.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pelabuhan

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindungi terhadap gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk bongkar muat, dilengkapi dengan fasilitas alat bongkar muat dan tempat-tempat penyimpanan dimana barang-barang dapat disimpan dalam kurun waktu tertentu (Triatmodjo, 1996).

Menurut Keputusan Menteri Perhubungan tentang Penyelenggaraan Laut No. KM 26 Tahun 1998, yang dimaksud dengan pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turunnya penumpang dan/atau bongkar muat yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Sedangkan menurut Kramadibrata secara umum pelabuhan adalah suatu daerah yang terlindungi dari ombak atau arus, sehingga kapal dapat berputar, bersandar dan melakukan kegiatan bongkar muat (barang atau muatan). Untuk mendukung kegiatan tersebut maka dibangunlah fasilitas pendukung seperti dermaga, jalan, gudang, fasilitas penerangan, fasilitas telekomunikasi dan sebagainya.

Pengertian pelabuhan tersebut mencerminkan fungsi – fungsi pelabuhan, diantaranya:

- a. *Interface*: bahwa pelabuhan merupakan tempat dua moda/sistem transportasi, yaitu transportasi laut dan transportasi darat. Dengan demikian pelabuhan harus menyediakan berbagai fasilitas dan pelayanan jasa yang dibutuhkan untuk perpindahan barang dari kapal ke angkutan darat, atau sebaliknya.
- b. *Link* (mata rantai): bahwa pelabuhan merupakan mata rantai dan sistem transportasi. Sebagai mata rantai, pelabuhan baik dilihat dari kinerjanya maupun dari segi biayanya, akan sangat mempengaruhi kegiatan transportasi keseluruhan.
- c. *Gateway* (pintu gerbang): bahwa pelabuhan berfungsi sebagai pintu masuk atau pintu keluar barang dari negara atau daerah tersebut. Dalam hal ini pelabuhan memegang peranan penting bagi perekonomian Negara atau suatu daerah.



- d. *Industry entity* (entitas industri): bahwa perkembangan industri yang berorientasi pada ekspor dari suatu Negara, maka fungsi pelabuhan semakin penting bagi industri tersebut.

Di Indonesia terdapat berbagai macam pelabuhan, tergantung kriteria yang dipakai, ketentuan peraturan perundang – undangan, letak geografis, besar kecilnya kegiatan pelabuhan dan organisasi serta pengolahan pelabuhan.

Berdasarkan kriteria yang ada dalam peraturan pemerintah No. 69 Tahun 2001 tentang kepelabuhanan, membedakan pelabuhan atas tiga kategori (pasal 1), yaitu :

- a. Pelabuhan Umum adalah pelabuhan yang diselenggarakan untuk kepentingan pelayaran masyarakat umum

- Pelabuhan Daratan adalah suatu tempat tertentu di daratan dengan batas – batas yang jelas, dilengkapi dengan fasilitas bongkar muat, lapangan penumpukan dan gudang serta prasaranadan sarana angkutan barang dengan cara pengemasan khusus dan berfungsi sebagai pelabuhan umum.
- Pelabuhan khusus adalah pelabuhan yang dikelola untuk kepentingan sendiri guna menunjang kegiatan tertentu.

- b. Berdasarkan letak geografis, pelabuhan terdiri dari pelabuhan pantai dan pelabuhan sungai. Pelabuhan pantai yaitu pelabuhan yang terletak di pantai laut. Yang termasuk dalam kelompok pelabuhan pantai antara lain: Tanjung Priok Jakarta, Tanjung Perak Surabaya, dan Soekarno Hatta Makassar. Sedangkan pelabuhan sungai yaitu pelabuhan yang terletak di sungai, yang tergolong pelabuhan sungai antara lain: Pelabuhan Kali Mas Surabaya.

- c. Berdasarkan kriteria besar kecilnya kegiatan, lengkapnya fasilitas yang tersedia di pelabuhan dapat dibagi atas Pelabuhan Internasional, Pelabuhan Regional, dan Pelabuhan Lokal.

Setelah beberapa uraian tentang pengertian hal-hal yang berkaitan dengan kepelabuhanan, maka perlu diuraikan peranan pelabuhan yaitu:

- a. Untuk melayani kebutuhan perdagangan Internasional dari daerah penyangga (*hinterland*) tempat pelabuhan tersebut berada.
- b. Membantu berputarnya roda perdagangan dan pengembangan industri regional.
- c. Menampung barang yang semakin meningkat arus lalu lintas Internasional baik keluar maupun masuk (*inland routing*)



- 
- d. Menyediakan fasilitas transit untuk daerah penyangga (*hinterland*) atau daerah negara lain.

## **2.2 Konsep *Green Port***

Konsep *green port* merupakan konsep ekologis dan sekaligus ekonomis. Menjadi sebuah konsep ekologis karena konsep *green port* meminimalisir efek terhadap lingkungan sekitar. Menjadi sebuah konsep ekonomis karena *green port* dapat meningkatkan nilai ekonomis pelabuhan. Kuncinya adalah bagaimana menyeimbangkan kedua konsep tersebut. Bidang sosial-ekonomi pelabuhan tidak boleh melebihi kapasitas sistem alam (Shao *etc.*, 2009).

Konsep dari *green port* adalah untuk mengintegrasikan metode ramah lingkungan dalam aktivitas, operasional dan manajemen di pelabuhan. Tujuan dari *green port* adalah untuk meningkatkan efisiensi sumberdaya yang ada, mengurangi dampak negatif dari lingkungan sekitar, untuk meningkatkan tingkat manajemen lingkungan dan meningkatkan kualitas lingkungan alam di sekitar pelabuhan. Konsep dari *green port* meliputi proteksi terhadap lingkungan dalam semua infrastruktur kerja, serta meningkatkan kebijakan yang berkelanjutan tentang proteksi terhadap lingkungan, dan semua aktivitas dan operasional yang dilakukan di pelabuhan. Ada banyak ukuran untuk membangun *green port*, seperti mengurangi polusi udara, mendisain pelabuhan dengan banyak menanam pohon guna menyerap kebisingan dan polusi. Selain itu juga dengan penggunaan energi yang dapat diperbaharui untuk operasional dan aktivitas pelabuhan, serta mendaur ulang bahan-bahan yang bisa digunakan kembali untuk kebutuhan operasional dan aktivitas pelabuhan (Despina *etc.*, 2011).

Menurut *Sydney Port Corporation*, terdapat 10 permasalahan lingkungan yang berhubungan dengan fasilitas dan operasional pelabuhan. Oleh karena itu, permasalahan-permasalahan tersebut diberikan strategi yang berkelanjutan untuk pembangunan *green port*. Permasalahan lingkungan tersebut antara lain:

### **1. Pemilihan material**

Material memerlukan banyak energi dan air pada saat ekstraksi, pembuatan dan pengiriman. Material dari sumber daya tidak terbarukan juga akan merusak sumberdaya alam yang berharga seperti pepohonan dan hutan. Dengan menggunakan pembangunan material yang efisien dan meningkatkan penggunaan material daur ulang, maka dapat mengurangi limbah, konsumsi sumber daya alam



dan polusi. Selain itu sumber daya material local juga dapat mengurangi energi dari fasilitas pelabuhan, pengembangan dan operasionalnya.

Strateginya antara lain:

- Mengurangi jumlah pemakaian material baru dengan mengurangi atau menggunakan kembali material atau memanfaatkan material daur ulang.
- Menggalakkan produksi material yang ramah lingkungan.
- Menetapkan material yang mempunyai energi dan dampak terhadap lingkungan yang minimum.
- Mempertimbangkan umur material, model untuk pembangunan kembali.

## 2. Pengelolaan limbah

Pengurangan pembuangan limbah di TPA (Tempat Pembuangan Akhir) dapat dilakukan dengan mengurangi limbah itu sendiri dan menggunakan atau mendaur ulang limbah tersebut sebanyak mungkin. Hal tersebut dapat menambah keuntungan dari melestarikan sumber daya alam, mengurangi energi yang dibutuhkan dan mengurangi biaya.

Strateginya antara lain:

- Meminimalisir generasi limbah
- Menyediakan proses daur ulang untuk mengurangi limbah yang dibuang ke TPA.
- Memastikan tempat penyimpanan yang aman dan penanganan untuk limbah berbahaya.

## 3. Konsumsi Air

Pengurangan penggunaan air dapat menjaga ketersediaan air dan memanfaatkan sumber air yang ada dengan lebih baik.

Strateginya antara lain:

- Mengurangi pemakaian air portable.
- Mengatur dan mengawasi pemakaian air dan kebocoran.
- Mengurangi jumlah pemakaian air portable untuk irigasi.

## 4. Penggunaan Energi

Penggunaan energi merupakan dampak lingkungan terbesar pada tanah pelabuhan (*port lands*). Pembakaran bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui untuk menghasilkan listrik menyebabkan emisi gas rumah kaca dan pemanasan global.



Oleh karena itu, penggantian pada penggunaan sumber daya yang dapat diperbarui seperti panas matahari dan angin merupakan salah satu cara untuk mengurangi efek dari pemanasan global.

Strateginya antara lain:

- Mengurangi konsumsi energi dan karenanya pada emisi gas rumah kaca..
- Mengatur penggunaan energi untuk meminimalisasi energi.
- Menggunakan sumber energi dari sumber daya yang dapat diperbaharui.
- Menggunakan energi dari sumber energi alternative dan membatasi penggunaan bahan bakar diesel.

#### 5. Transportasi

Motor, mobil, truk dan kendaraan lain yang mana menghasilkan CO<sub>2</sub> di udara, polusi udara yang lainnya dan polusi kebisingan berkontribusi pada pemanasan global. Pengurangan jumlah kendaraan di jalan tidak hanya mengurangi polusi tetapi juga stres dan kecelakaan yang dapat mengakibatkan keuntungan ekonomi dan kesehatan.

Strateginya antara lain:

- Menggunakan moda transportasi alternatif bersama untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi.
- Mengurangi emisi gas rumah kaca dari kendaraan operasional dan peralatan.

#### 6. Lingkungan di dalam ruangan

Kualitas udara di dalam ruangan yang buruk dapat menurunkan produktivitas pegawai. Ruangan yang sehat dan nyaman membuat pegawai semangat bekerja dan memberikan kepuasan tersendiri dan dapat menurunkan biaya.

Strateginya antara lain:

- Meningkatkan kualitas udara di dalam ruangan untuk kesehatan pegawai dan meningkatkan produktivitas.
- Mengoptimalkan cahaya siang hari dan menggunakan cahaya yang baik untuk penglihatan dan kesehatan mata.
- Menyediakan lingkungan pendengaran yang optimum untuk produktivitas dan mencegah kerusakan pendengaran.



#### 7. Emisi

Ada banyak sumber penghasil emisi dari operasional pelabuhan yang berdampak pada lingkungan dan manusia. Strategi yang disarankan akan membantu mengurangi risiko global dan juga menghindari risiko financial atas biaya pinalti dari emisi tersebut.

Strateginya antara lain:

- Melindungi lapisan ozon dan mengurangi potensial pemanasan global.
- Membatasi penggunaan peralatan operasional yang menghasilkan emisi.
- Memastikan letak penghasil emisi jauh dari reseptor yang sensitif.
- Meminimalisasi bau.
- Meminimalisasi gangguan kebisingan.
- Menghindari kontak langsung dengan barang beracun dan berbahaya.

#### 8. Kualitas Air

Kualitas air sangat berpengaruh bagi kesehatan, oleh karena itu polusi air perlu dihindari dari kebocoran dan tumpahan dari zat lain.

Strateginya antara lain:

- Mengatur aliran air agar selalu teratur dan untuk melindungi kualitas air.
- Mengatur kualitas air untuk melindungi area pelabuhan.
- Mencegah kerusakan dari banjir dan perubahan ketinggian air.

#### 9. Penggunaan Lahan

Adanya pepohonan dan lahan hijau dapat membantu mengurangi polusi udara. Pengurangan dari lahan yang terkontaminasi dapat meningkatkan kualitas lahan serta kesehatan flora dan fauna di sekitar, dan juga meningkatkan kesehatan manusia dan keselamatan, baik bagi pegawai maupun penduduk sekitar.

Strateginya antara lain:

- Menggalakkan pengembangan lahan yang terkontaminasi
- Menyediakan lahan untuk habitat flora dan fauna.
- Meningkatkan desain visual yang indah.
- Menghindari dampak pada barang warisan, pastikan untuk dilindungi atau dipindah lokasikan.



## 10. Pengelolaan Lingkungan

Keberlanjutan adalah tentang mengidentifikasi risiko dan hasil kesempatan dari faktor ekonomi, sosial dan lingkungan.

Strateginya antara lain:

- Menjalin hubungan baik dengan pemangku kepentingan.
- Menyediakan framework untuk mengidentifikasi, mengatur, dan meminimalisasi dampak terhadap lingkungan.
- Membekali pegawai tentang bagaimana meningkatkan *sustainability*.

Beberapa pelabuhan di dunia sudah menerapkan konsep *green port* pada operasional mereka. Berikut beberapa contohnya:

### 1. Port of Long Beach, Amerika Serikat

Pelabuhan kontainer terbesar kedua di Amerika Serikat ini menerapkan konsep *green port* setelah pada tahun 2004 mendapat protes keras dari masyarakat sekitar yang terganggu dengan limbah udara pelabuhan. Pelabuhan yang berada di pantai barat Amerika Serikat ini kemudian merevisi perencanaan pelabuhannya dan menerapkan konsep *green port* secara bertahap. Pelabuhan yang menjadi pintu Amerika Serikat – Asia ini membagi konsep *green port* ke dalam 5 bagian: kapal, truk, kereta, *harbor craft*, dan alat bongkar muat sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap diesel sebesar 75% (Thomas A. Jelenic, 2011).

### 2. Sydney Ports Corporation, Australia

Pelabuhan ini merupakan pelabuhan dengan konsep *green port* pertama di Australia. Konsep *green port* dipakai oleh Sydney Ports Corporation karena untuk melindungi Teluk Botany yang kebetulan berada di dekat Pelabuhan Sydney. Mereka bertekad untuk melindungi aset tersebut dengan meminimalisir efek pada lingkungan sekitar. Sydney Ports Corporation membagi dua kunci yang menjadi perhatian utama dalam menerjemahkan konsep *green port*, yakni: *resource consumption* dan *environmental quality*. *Resource consumption* terdiri dari pemilihan material, manajemen limbah, konsumsi air, konsumsi energi, dan transportasi. Sementara *environmental quality* terdiri dari *indoor environment*, emisi, kualitas air, pengelolaan lahan, dan manajemen lingkungan (Sydney Ports Corporation Green Port Guidelines, 2006).





**Gambar II.1. Sydney Port Australia Tampak dari Atas**

### 3. Greenport Shanghai Agropark, China

Pelabuhan ini merupakan proyek yang diinisiasi oleh Shanghai Industrial Investment Company, Transforum and Alterra, serta Wageningen University and Research. Proyek gabungan ini kemudian melahirkan daerah terintegrasi antara daerah pertanian (*agriculture*), wisata, dan pelabuhan itu sendiri. Agrikultur menjadi daftar teratas dalam isu nasional. Ini dikarenakan China merupakan negara dengan jumlah populasi terbanyak di dunia namun dengan lahan yang tidak sampai seperempat bola dunia. Pasokan makanan menjadi sebuah hal mutlak untuk dijamin. Greenport Shanghai Agropark menjadi sebuah area pelabuhan dengan banyak zona terintegrasi seperti pemukiman, *eco-city*, daerah resapan air, lahan *agriculture*, dan tempat rekreasi (Master Plan Greenport Shanghai Agropark, 2007).

### 2.3 Metode Biaya Manfaat

Analisis manfaat biaya (*benefit cost analysis*) adalah analisis yang sangat umum digunakan untuk mengevaluasi proyek-proyek pemerintah. Analisis ini adalah cara praktis untuk menaksir kemanfaatan proyek, dimana untuk hal ini diperlukan tinjauan yang panjang dan luas. Dengan kata lain diperlukan analisis dan evaluasi dari berbagai sudut pandang yang relevan terhadap ongkos-ongkos maupun manfaat yang disumbangkannya.

Tinjauan yang penting dalam hal ini berarti mengevaluasi proyek tersebut selama horizon perencanaan atau umurnya, yang mana bisanya akan jauh lebih panjang dibandingkan yang terjadi pada proyek-proyek swasta. Tinjauan yang luas berarti semua efek ongkos-ongkos



maupun manfaat harus dilihat dan dianalisis. Ini perlu dilakukan karena biasanya proyek-proyek pemerintah secara langsung atau tidak akan mempengaruhi orang banyak. Pengaruh ini bisa positif atau negatif. Pengaruh positif biasanya disebut manfaat atau benefit, sedangkan pengaruh negative disebut disbenefit.

Suatu proyek dikatakan layak atau bisa dilaksanakan apabila rasio antara manfaat terhadap biaya yang dibutuhkannya lebih besar dari satu. Oleh karenanya, dalam menganalisis manfaat-biaya kita harus berusaha mengkuantifikasikan manfaat dari suatu usulan proyek, bila perlu dalam satuan mata uang.

Dalam melakukan analisis manfaat-biaya proyek-proyek pemerintah, perlu ditentukan dari sudut mana proyek tersebut akan ditinjau. Cara yang sering dan mudah dipakai untuk menentukan sudut pandang ini adalah dengan mengidentifikasikan terlebih dahulu siapa yang menerima manfaat dan siapa yang membayar biayanya. Kesalahan yang sering terjadi adalah bahwa analisis menganggap dana-dana yang berasal dari sumber-sumber luar sebagai dana bebas yang tidak diperhitungkan dalam analisis ini.

Analisis manfaat-biaya biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek pada masyarakat umum terhadap ongkos-ongkos yang dikeluarkan pemerintah. Secara matematis hal ini biasa diformulasikan sebagai berikut :

$$B/C = \frac{\text{manfaat terhadap umum}}{\text{ongkos yang dikeluarkan pemerintah}} \quad (2.1)$$

Dimana kedua ukuran tersebut (manfaat maupun ongkos) sama-sama dinyatakan dalam nilai *present worth* atau nilai tahunan dalam bentuk nilai uang. Dengan demikian maka rasio B/C merefleksikan nilai rupiah yang ekuivalen dengan manfaat yang diperoleh pemakai dan rupiah yang ekuivalen dengan ongkos-ongkos yang dikeluarkan oleh sponsor. Apabila rasio B/C sama dengan satu maka nilai rupiah yang ekuivalen dengan manfaat sama dengan nilai rupiah yang ekuivalen dengan ongkos.

Dalam melakukan analisis manfaat-biaya dari suatu alternatif proyek sering dihadapkan pada kerancuan pengertian antara *benefit* (manfaat), *Disbenefit* (manfaat negatif), maupun ongkos. Oleh karena itu, perlu ditegaskan beberapa patokan untuk mengidentifikasikan ketiga komponen tersebut.

*Benefit* atau manfaat adalah semua manfaat positif yang akan dirasakan oleh masyarakat umum dengan terlaksanakannya suatu proyek. *Disbenefit* adalah manfaat atau dampak negatif yang menjadi konsekuensi bagi masyarakat umum dengan berdirinya atau berlangsungnya proyek tersebut.



Untuk menentukan ongkos netto bagi sponsor proyek (pemerintah) maka perlu lebih jauh diidentifikasi pengeluaran-pengeluaran apa saja yang harus ditanggung oleh sponsor proyek dan pendapatan-pendapatan apa saja yang bisa diperoleh dari proyek tersebut. Ongkos-ongkos ini akan meliputi baik ongkos-ongkos awal dari proyek maupun ongkos-ongkos tahunan yang biasanya dibutuhkan untuk operasional dan perawatan.

## **2.4 Biaya**

### **2.4.1 Produktivitas**

Produktivitas merupakan istilah dalam kegiatan produksi sebagai perbandingan antara luaran (*output*) dengan masukan (*input*). Produktivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan bagaimana baiknya sumber daya diatur dan dimanfaatkan untuk mencapai hasil yang optimal (Herjanto, 2007). Produktivitas petikemas dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas (box/tahun)} = \frac{\text{kecepatan bongkar muat (box/jam)} * \text{Waktu operasi (jam)}}{\text{jumlah alat}} \quad (2.2)$$

### **2.4.2 Investasi**

Menurut Sunariyah (2003:4): “Investasi adalah penanaman modal untuk satu atau lebih aktiva yang dimiliki dan biasanya berjangka waktu lama dengan harapan mendapatkan keuntungan di masa-masa yang akan datang.” Dewasa ini banyak negara-negara yang melakukan kebijaksanaan yang bertujuan untuk meningkatkan investasi baik domestik ataupun modal asing. Hal ini dilakukan oleh pemerintah sebab kegiatan investasi akan mendorong pula kegiatan ekonomi suatu negara, penyerapan tenaga kerja, peningkatan output yang dihasilkan, penghematan devisa atau bahkan penambahan devisa.

Menurut Husnan (1996:5) menyatakan bahwa “proyek investasi merupakan suatu rencana untuk menginvestasikan sumber-sumber daya, baik proyek raksasa ataupun proyek kecil untuk memperoleh manfaat pada masa yang akan datang.” Pada umumnya manfaat ini dalam bentuk nilai uang. Sedang modal, bisa saja berbentuk bukan uang, misalnya tanah, mesin, bangunan dan lain-lain. Namun baik sisi pengeluaran investasi ataupun manfaat yang diperoleh, semua harus dikonversikan dalam nilai uang. Suatu rencana investasi perlu dianalisis secara seksama. Analisis rencana investasi pada dasarnya merupakan penelitian tentang dapat tidaknya suatu proyek (baik besar atau kecil) dapat dilaksanakan dengan berhasil, atau suatu metode peninjauan dari suatu gagasan usaha/bisnis tentang



kemungkinan layak atau tidaknya gagasan usaha/bisnis tersebut dilaksanakan. Suatu proyek investasi umumnya memerlukan dana yang besar dan akan mempengaruhi perusahaan dalam jangka panjang. Oleh karena itu dilakukan perencanaan investasi yang lebih teliti agar tidak terlanjur menanamkan investasi pada proyek yang tidak menguntungkan.

Menurut Senduk (2004:24) bahwa produk-produk investasi yang tersedia di pasaran antara lain:

- Tabungan di bank

Dengan menyimpan uang di tabungan, maka akan mendapatkan suku bunga tertentu yang besarnya mengikuti kebijakan bank bersangkutan. Produk tabungan biasanya memperbolehkan kita mengambil uang kapanpun yang kita inginkan.

- Deposito di bank

Produk deposito hampir sama dengan produk tabungan. Bedanya, dalam deposito tidak dapat mengambil uang kapanpun yang diinginkan, kecuali apabila uang tersebut sudah menginap di bank selama jangka waktu tertentu (tersedia pilihan antara satu, tiga, enam, dua belas, sampai dua puluh empat bulan, tetapi ada juga yang harian). Suku bunga deposito biasanya lebih tinggi daripada suku bunga tabungan. Selama deposito kita belum jatuh tempo, uang tersebut tidak akan terpengaruh pada naik turunnya suku bunga di bank.

- Saham

Saham adalah kepemilikan atas sebuah perusahaan tersebut. Dengan membeli saham, berarti membeli sebagian perusahaan tersebut. Apabila perusahaan tersebut mengalami keuntungan, maka pemegang saham biasanya akan mendapatkan sebagian keuntungan yang disebut deviden. Saham juga bisa dijual kepada pihak lain, baik dengan harga yang lebih tinggi yang selisih harganya disebut capital gain maupun lebih rendah daripada kita membelinya yang selisih harganya disebut capital loss. Jadi, keuntungan yang bisa didapat dari saham ada dua yaitu deviden dan capital gain.

- Properti

Investasi dalam properti berarti investasi dalam bentuk tanah atau rumah. Keuntungan yang bisa didapat dari properti ada dua yaitu:

1. Menyewakan properti tersebut ke pihak lain sehingga mendapatkan uang sewa.
2. Menjual properti tersebut dengan harga yang lebih tinggi.



- **Barang-barang koleksi**

Contoh barang-barang koleksi adalah perangko, lukisan, barang antik, dan lain-lain. Keuntungan yang didapat dari berinvestasi pada barang-barang koleksi adalah dengan menjual koleksi tersebut kepada pihak lain.

- **Emas**

Emas adalah barang berharga yang paling diterima di seluruh dunia setelah mata uang asing dari negara-negara G-7 (sebutan bagi tujuh negara yang memiliki perekonomian yang kuat, yaitu Amerika, Jepang, Jerman, Inggris, Italia, Kanada, dan Perancis). Harga emas akan mengikuti kenaikan nilai mata uang dari negara-negara G-7. Semakin tinggi kenaikan nilai mata uang asing tersebut, semakin tinggi pula harga emas. Selain itu harga emas biasanya juga berbanding searah dengan inflasi. Semakin tinggi inflasi, biasanya akan semakin tinggi pula kenaikan harga emas. Seringkali kenaikan harga emas melampaui kenaikan inflasi itu sendiri.

- **Mata uang asing**

Segala macam mata uang asing biasanya dapat dijadikan alat investasi. Investasi dalam mata uang asing lebih beresiko dibandingkan dengan investasi dalam saham, karena nilai mata uang asing di Indonesia menganut sistem mengambang bebas (*free float*) yaitu benar-benar tergantung pada permintaan dan penawaran di pasaran. Di Indonesia mengambang bebas membuat nilai mata uang rupiah sangat fluktuatif.

- **Obligasi**

Obligasi atau sertifikat obligasi adalah surat utang yang diterbitkan oleh pemerintah maupun perusahaan, baik untuk menambah modal perusahaan atau membiayai suatu proyek pemerintah. Karena sifatnya yang hampir sama dengan deposito, maka agar lebih menarik investor suku bunga obligasi biasanya sedikit lebih tinggi dibanding suku bunga deposito. Selain itu seperti saham kepemilikan obligasi dapat juga dijual kepada pihak lain baik dengan harga yang lebih tinggi maupun lebih rendah daripada ketika membelinya.

### 2.4.3 Biaya Modal

Biaya modal merupakan konsep yang sangat penting dimana konsep ini dimaksudkan untuk dapat menentukan besarnya biaya yang secara riil harus ditanggung oleh perusahaan untuk memperoleh dana dari sumber.



Biaya modal merupakan tingkat pengembalian atas seluruh investasi perusahaan yang meliputi seluruh tingkat pengembalian yang diprasyaratkan oleh pemegang saham. Komponen terpenting dalam penilaian investasi terlatak pada biaya modal dikarenakan pemaksimuman nilai pemegang saham menghendaki semua biaya input termasuk modal diminimumkan, dan untuk itu biaya modal harus dapat diestimasi.

Biaya modal merupakan tingkat diskonto yang dikembangkan untuk mendiskonto arus kas rata-rata perusahaan yang meningkatkan nilai pemegang saham, karena arus kas mencerminkan bagaimana perusahaan dapat mengelola kas yang diterima dari sumber modal (Riyanto, 1998).

Besar kecilnya biaya modal dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut:

- *General Economic Condition* (Kondisi Ekonomi Umum), kondisi ekonomi akan mempengaruhi tingkat pengembalian bebas resiko, karena investor mempertimbangkan risiko dalam berinvestasi sehingga perlu memperhitungkan kondisi ekonomi.
- *Operating and Finacing Decisions* (Keputusan Investasi dan Pembelanjaan), bila perusahaan menginvestasikan dananya yang banyak berasal dari utang dan saham preferen pada investasi yang memiliki risiko tinggi, pemegang saham atau pemilik dana akan menuntut tingkat pengambalian yang tinggi. Hal ini berakibat pada biaya modal yang ditanggung perusahaan akan semakin tinggi.
- *Amount of Financing* (Jumlah Pembelanjaan), apabila permintaan terhadap dana meningkat cepat akan berakibat pada semakin tingginya biaya modal yang akan dikeluarkan perusahaan.

Dalam menentukan biaya modal ada dua konsep yang dapat digunakan yaitu:

- Biaya modal setelah pajak, karena para pemegang saham sangat memperhatikan arus kas yang tersedia untuk digunakan atau disebut arus kas yang tersedia bagi pemegang saham setelah pajak perusahaan dibayarkan.
- Biaya Modal Rata-Rata Tertimbang, karena risiko suatu proyek yang satu dengan proyek yang lain berbeda pada setiap periode, sehingga biaya modal yang digunakan adalah biaya keseluruhan dari komponen-komponen biaya modal tersebut, karena setiap komponen mencerminkan tingkat risiko yang berbeda. Adapun komponen biaya modal tersebut terdiri dari; Biaya utang, biaya saham preferen, biaya laba ditahan, dan biaya ekuitas eksternal.



- Biaya modal diperoleh dengan memperhitungkan suatu rata-rata tertimbang dari biaya dua sumber dana perusahaan, pinjaman dan penjualan saham perusahaan

(Edward Blocher, Kung H Chen dan Thomas W. Lin, 2001)

Persamaan pembayaran biaya modal yang dihitung tiap tahunnya dapat dinyatakan sebagai berikut (Ekonomi Teknik, Pujawan):

$$A = P(A/P, i\%, N) \quad (2.3)$$

Di mana,

A = Nilai tahunan, besarnya investasi yang dikeluarkan setiap tahunnya dalam periode tertentu.

P = Nilai sekarang, yang merupakan total biaya pengadaan semua alat.

i = suku bunga.

N = tenor (periode waktu pembayaran).

#### 2.4.4 Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya-biaya yang terjadi untuk mengolah bahan baku menjadi produk jadi yang siap untuk dijual (Mulyadi, 2000). Contohnya adalah biaya depresiasi mesin, equipmen, biaya bahan baku, biaya bahan penolong, biaya gaji karyawan yang bekerja dalam bagian-bagian baik yang langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan proses produksi.

Menurut obyek pengeluarannya secara garis besar biaya produksi dibagi menjadi biaya bahan baku, biaya tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik. Biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung disebut pula dengan istilah biaya utama, sedangkan biaya tenaga kerja langsung dan biaya overhead pabrik sering pula disebut dengan istilah biaya konversi yang merupakan biaya untuk mengkonversi (mengubah) bahan baku menjadi produk jadi.

Biaya operasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk biaya operasional usaha suatu perusahaan (Sudarsono dan Edillius, 2001). Biaya operasi ini dikelompokkan menjadi:

1. Biaya tetap (fixed), yaitu biaya yang jumlahnya tetap dalam kisaran volume kegiatan tertentu. Seperti biaya gaji karyawan yang jumlahnya senantiasa tetap berapapun berubahnya volume kegiatan.
2. Biaya semi tetap (semi fixed), yaitu biaya yang tetap untuk tingkat volume kegiatan tertentu dan perubahan dengan jumlah yang konstan pada volume produksi tertentu.



3. Biaya variabel, yaitu biaya yang jumlah totalnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Contoh biaya variabel adalah biaya bahan baku dan biaya tenaga kerja langsung.

4. Biaya semi variabel, yaitu biaya yang berubah tidak sebanding dengan perubahan volume kegiatan. Biaya semi variabel mengandung unsur biaya tetap dan unsur biaya variabel. Sebagai contoh dari biaya ini adalah biaya lembur, biaya bonus bagi karyawan yang mencapai prestasi tertentu.

Selanjutnya, pengertian biaya operasional menurut Matz (1999 : 44), Adalah semua biaya yang dikeluarkan mulai dari pembelian bahan baku kemudian diolah menjadi bahan jadi, selanjutnya biaya operasional dapat dibagi atas tiga bagian:

1. *Direct labour cost* atau biaya tenaga kerja

Jenis biaya ini juga dikatakan sebagai biaya tenaga kerja secara langsung dapat diidentifikasi terhadap produk tertentu. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Total gaji} = \text{gaji operator} * \text{jumlah operator} \quad (2.4)$$

2. *Direct material cost* atau biaya bahan langsung

Yaitu semua bahan baku yang dapat secara langsung dimasukkan dalam perhitungan harga pokok.

3. *Manufacturing overhead cost*

Biaya ini adalah merupakan biaya dari bahan tidak langsung dimasukkan dalam perhitungan harga pokok.

Perhitungan tagihan listrik menurut PT PLN (Persero), dibagi menjadi 2 bagian, yaitu WBP (Waktu Beban Puncak) dan LWBP (Luar Waktu Beban Puncak). Persamaannya sebagai berikut:

$$\text{WBP} = 2 * \text{konsumsi energi} * \text{harga energi} * 40\% \text{ waktu operasi} * \text{jumlah alat}$$

$$\text{LWBP} = \text{konsumsi energi} * \text{harga energi} * 60\% \text{ waktu operasi} * \text{jumlah alat}$$

$$\text{Tagihan listrik} = \text{WBP} + \text{LWBP} \quad (2.5)$$

Sedangkan untuk BBM (Bahan Bakar Minyak), persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Tagihan BBM} = \text{KE} * \text{HE} * \text{WO} * \text{N} \quad (2.6)$$

Di mana:

Tagihan solar HSD = tagihan energi yang digunakan (rupiah/tahun)

KE = Konsumsi energi (liter/jam)

HE = Harga energi (rupiah/liter)

WO = Waktu operasi (jam/tahun)



N = Jumlah alat

Sehingga, tagihan energi dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\text{Tagihan energi} = \text{tagihan listrik} + \text{tagihan BBM} \quad (2.7)$$

Asuransi adalah istilah yang digunakan untuk merujuk pada tindakan, sistem, atau bisnis di mana perlindungan finansial (atau ganti rugi secara finansial) untuk jiwa, properti, kesehatan, dan lain sebagainya mendapatkan penggantian dari kejadian-kejadian yang tidak dapat diduga yang dapat terjadi seperti kematian, kehilangan, kerusakan atau sakit, di mana melibatkan pembayaran premi secara teratur dalam jangka waktu tertentu sebagai polis yang menjamin perlindungan tersebut.

Asuransi dalam Undang-Undang No. 2 Th 1992 tentang usaha perasuransian adalah perjanjian antara dua pihak atau lebih, dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung, dengan menerima premi asuransi, untuk memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan atau tanggung jawab hukum pihak ke tiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seseorang yang dipertanggungkan.

Badan yang menyalurkan risiko disebut "tertanggung", dan badan yang menerima risiko disebut "penanggung". Perjanjian antara kedua badan ini disebut kebijakan: ini adalah sebuah kontrak legal yang menjelaskan setiap istilah dan kondisi yang dilindungi. Biaya yang dibayar oleh "tertanggung" kepada "penanggung" untuk risiko yang ditanggung disebut "premi". Ini biasanya ditentukan oleh "penanggung" untuk dana yang bisa diklaim di masa depan, biaya administratif, dan keuntungan. Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Asuransi} = 1\% * \text{total biaya pengadaan} \quad (2.8)$$

Depresiasi adalah penurunan nilai suatu properti atau asset karena waktu dan pemakaian. Depresiasi pada suatu properti atau asset biasanya disebabkan karena satu atau lebih faktor-faktor berikut:

1. Kerusakan fisik akibat pemakaian dari alat atau properti tersebut.
2. Kebutuhan produksi atau jasa yang lebih baru dan lebih besar.
3. Penurunan kebutuhan produksi atau jasa.
4. Properti atau asset tersebut menjadi usang karena adanya perkembangan teknologi.
5. Penemuan fasilitas-fasilitas yang bisa menghasilkan produk yang lebih baik dengan ongkos yang lebih rendah dan tingkat keselamatan yang lebih memadai.



Besarnya depresiasi tahunan yang dikenakan pada suatu properti akan tergantung pada beberapa hal yaitu, ongkos investasi dari properti tersebut, tanggal pemakaian awalnya, estimasi masa pakainya, nilai sisa yang ditetapkan, dan metode depresiasi yang digunakan.

Besarnya depresiasi biasanya diatur sedemikian rupa sehingga perusahaan bisa menekan jumlah pajak yang harus dibayar. Karena pertimbangan-pertimbangan nilai waktu dari uang, biasanya depresiasi akan dikenakan lebih besar pada tahun-tahun awal dari pemakaian suatu properti dan akan semakin menurun pada tahun-tahun berikutnya.

Tidak semua jenis properti atau aset bisa didepresiasi. Ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar suatu aset atau properti bisa didepresiasi, antara lain:

1. Harus digunakan untuk keperluan bisnis atau memperoleh penghasilan.
2. Umur ekonomisnya bisa dihitung.
3. Umur ekonomisnya lebih dari 1 tahun.
4. Harus merupakan sesuatu yang digunakan, sesuatu yang menjadi usang, atau sesuatu yang nilainya menurun karena sebab-sebab ilmiah.

Aset atau properti yang didepresiasi bisa berwujud atau tidak berwujud. Properti yang berwujud bisa dilihat dan diraba. Properti yang tidak berwujud tidak bisa dilihat atau diraba, seperti hak cipta atau paten.

Metode depresiasi garis lurus didasarkan atas asumsi bahwa berkurangnya nilai suatu aset secara linier (proporsional) terhadap waktu atau umur dari aset tersebut. Metode ini cukup banyak dipakai karena perhitungannya cukup sederhana. Besarnya depresiasi tiap tahun dengan metode garis lurus dihitung berdasarkan:

$$D = \frac{P-S}{N} \quad (2.9)$$

Di mana,

D = Besarnya depresiasi (rupiah/tahun)

P = Nilai awal (rupiah)

S = Nilai sisa, besarnya 10% dari nilai awal (rupiah)

N = umur alat (tahun)

#### 2.4.5 Biaya Perawatan

Biaya perawatan merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk perawatan suatu aset, yang mana perawatan tersebut dilakukan untuk menjaga kinerja aset tersebut dan mengurangi terjadinya kerusakan karena pemakaian secara terus menerus. Persamaan biaya perawatan untuk mesin elektrik adalah sebagai berikut:



$$BP = (WO/1000) * BPJ * N \quad (2.10)$$

Di mana,

BP = Biaya perawatan (rupiah/tahun)

WO = Waktu operasi (jam/tahun)

BPJ = Biaya perawatan per 1000 jam

N = Jumlah alat

Sedangkan biaya perawatan untuk mesin diesel adalah sebagai berikut:

$$BPN = ((WO/1000) * BPJ * N) + GO \quad (2.11)$$

Di mana,

BPN = Biaya perawatan *Non-Green* (rupiah/tahun)

WO = Waktu operasi (jam/tahun)

BPJ = Biaya perawatan per 1000 jam

N = Jumlah alat

GO = *General overhaul* (rupiah/tahun)

## 2.5 Teori Eksternalitas

Sebelum berkembangnya ilmu ekonomi yang membahas tentang eksternalitas, putusan optimal dapat diperoleh tanpa melibatkan pengaruh pengelolaan sumberdaya yang ada terhadap lingkungan. Masyarakat sekarang mulai menyadari bahwa disamping adanya dampak positif terhadap lingkungan, pengelolaan sumberdaya juga menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Sebagai konsekuensinya, masyarakat menyadari bahwa lingkungan perlu dilestarikan agar kehidupan sekarang maupun di masa yang akan datang menjadi terjamin baik (Sudjana dan Riyanto, 1999).

Masalah yang sering muncul dalam pengelolaan sumberdaya alam adalah berbagai dampak negatif yang mengakibatkan manfaat yang diperoleh dari sumberdaya sering tidak seimbang dengan biaya sosial yang harus ditanggung (Fauzi, 2004).

Menurut Daraba (2001), dalam suatu perekonomian modern, setiap aktivitas mempunyai keterkaitan dengan aktivitas lainnya. Apabila semua keterkaitan antara suatu kegiatan dengan kegiatan lainnya dilaksanakan melalui mekanisme pasar atau melalui suatu sistem, maka keterkaitan antar berbagai aktivitas tersebut tidak menimbulkan masalah, tetapi banyak pula keterkaitan antar kegiatan yang tidak melalui mekanisme pasar sehingga timbul berbagai macam masalah. Keterkaitan suatu kegiatan dengan kegiatan lain yang tidak melalui mekanisme pasar adalah apa yang disebut dengan eksternalitas. Dalam ilmu



ekonomi, konsep eksternalitas telah lama dikenal. Istilah ini mengandung pengertian bahwa suatu proses produksi dapat menimbulkan adanya manfaat dan biaya yang masih belum termasuk dalam perhitungan biaya proses produksi. dalam pengertian ekonomi, diketahui bahwa pemikiran atau pemanfaatan atau produksi suatu barang oleh seseorang akan menimbulkan manfaat atau menghasilkan produk yang bernilai guna pada pemiliknya atau pada orang lain. Hal sebaliknya juga dapat terjadi, yaitu menghasilkan dampak atau barang yang merugikan. keadaan seperti ini, yaitu adanya output suatu proses yang menimbulkan manfaat maupun dampak negatif pada orang lain disebut eksternalitas. Bila manfaat yang dirasakan oleh orang lain, maka disebut eksternalitas positif dan bila kerugian disebut eksternalitas negatif karena mekanisme pasar sistem perekonomian yang berlangsung saat ini pada umumnya tidak memasukkan biaya eksternalitas ke dalam biaya produksi.

Dampak lingkungan atau eksternalitas negatif timbul ketika satu variabel yang dikontrol oleh suatu agen ekonomi tertentu mengganggu fungsi utilitas (kegunaan) agen ekonomi yang lain. Dalam pengertian lain, efek samping atau eksternalitas terjadi ketika kegiatan atau produksi dari suatu individu atau kelompok atau perusahaan mempunyai dampak yang tidak diinginkan terhadap utilitas atau fungsi produksi individu, kelompok atau perusahaan lain (Mueller, 1986; Fauzi, 2004).

a. Jenis Eksternalitas

Ditinjau dari dampaknya, eksternalitas dapat dibagi dua, yaitu eksternalitas positif dan eksternalitas negatif. Eksternalitas positif adalah dampak yang menguntungkan pihak lain tanpa adanya kompensasi dari pihak yang diuntungkan. Sedangkan eksternalitas negatif adalah dampak dari suatu kegiatan yang merugikan pihak lain tanpa adanya kompensasi dari pihak yang melaksanakan kegiatan. Jenis eksternalitas yang terkait dengan penelitian ini yaitu dapat terjadi dari dua interaksi ekonomi berikut ini:

- Dampak kegiatan produsen terhadap konsumen (*effect of producers on consumer*). Suatu produsen dikatakan mempunyai dampak eksternal terhadap konsumen, jika aktifitasnya merubah atau menggeser fungsi utilitas rumah tangga (konsumen). Dampak yang sangat populer dari kategori kedua adalah pencemaran.
- Dampak dari suatu konsumen terhadap konsumen lain (*effects of consumers on consumers*). Dampak konsumen terhadap konsumen yang lain terjadi



jika aktifitas seseorang atau kelompok tertentu mempengaruhi atau mengganggu fungsi utilitas konsumen yang lain.

b. Faktor Penyebab Eksternalitas

Eksternalitas timbul pada dasarnya karena aktifitas manusia yang tidak mengikuti prinsip-prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan. Dalam pandangan ekonomi, eksternalitas dan ketidakefisienan timbul karena salah satu atau lebih dari prinsip-prinsip alokasi sumberdaya yang efisien tidak terpenuhi. karakteristik barang atau sumberdaya publik, ketidaksempurnaan pasar, kegagalan pemerintah merupakan keadaan-keadaan dimana unsur hak pemilikan atau pengusahaan sumberdaya (property rights) tidak terpenuhi. sejauh semua faktor ini tidak ditangani dengan baik, maka eksternalitas dan ketidakefisienan ini tidak bisa dihindari. Kalau ini dibiarkan, maka ini akan memberikan dampak yang tidak menguntungkan terhadap ekonomi terutama dalam jangka panjang. Adapun penjelasan mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya eksternalitas adalah sebagai berikut (Ginting, 2002):

- Keberadaan Barang Publik

Barang publik (*public goods*) adalah barang yang apabila dikonsumsi oleh individu tertentu tidak akan mengurangi konsumsi orang lain akan barang tersebut. Selanjutnya, barang publik sempurna (*pure public goods*) didefinisikan sebagai barang yang harus disediakan dalam jumlah dan kualitas yang sama terhadap seluruh anggota masyarakat. Ada dua ciri utama dari barang publik ini. Pertama, barang ini merupakan konsumsi umum yang dicirikan oleh penawaran gabungan (*joint supply*) dan tidak bersaing dalam mengkonsumsinya (*non-rivalry in consumption*). Ciri kedua adalah tidak eksklusif (*non-exclusion*) dalam pengertian bahwa penawaran tidak hanya diperuntukkan untuk seseorang dan mengabaikan yang lainnya. Satu-satunya mekanisme yang membedakannya adalah dengan menetapkan harga (nilai moneter) terhadap barang publik tersebut sehingga menjadi bidang privat (dagang) sehingga benefit yang diperoleh dari harga itu bisa dipakai untuk mengendalikan atau memperbaiki kualitas lingkungan itu sendiri. Tapi dalam menetapkan harga ini menjadi masalah tersendiri dalam analisa ekonomi lingkungan. Karena ciri-cirinya di atas, barang publik tidak diperjualbelikan sehingga tidak memiliki harga, barang publik dimanfaatkan berlebihan dan tidak mempunyai insentif untuk melestarikannya. Keadaan



seperti ini akhirnya cenderung mengakibatkan berkurangnya insentif atau rangsangan untuk memberikan kontribusi terhadap penyediaan dan pengelolaan barang publik. Walaupun ada kontribusi, maka sumbangan itu tidaklah cukup besar untuk membiayai penyediaan barang publik yang efisien, karena masyarakat cenderung memberikan nilai yang lebih rendah dari yang seharusnya (*undervalued*).

- Sumberdaya Bersama

Keberadaan sumberdaya bersama-SDB (*common resources*) atau akses terbuka terhadap sumberdaya tertentu ini tidak jauh berbeda dengan keberadaan barang publik di atas. Sumberdaya milik bersama, sama halnya dengan barang-barang publik, tidak ekskludabel. Sumberdaya ini terbuka bagi siapa saja yang ingin memanfaatkannya, dan cuma-cuma. Namun tidak seperti barang publik, sumberdaya milik bersama memiliki sifat bersaing. Pemanfaatannya oleh seseorang, akan mengurangi peluang bagi orang lain untuk melakukan hal yang sama. Jadi, keberadaan sumberdaya milik bersama ini, pemerintah juga perlu mempertimbangkan seberapa banyak pemanfaatannya yang efisien.

- Ketidakefisienan Pasar

Masalah lingkungan bisa juga terjadi ketika salah satu partisipan di dalam suatu tukar menukar hak-hak kepemilikan (*property rights*) mampu mempengaruhi hasil yang terjadi (*outcome*). Hal ini bisa terjadi pada pasar yang tidak sempurna (*imperfect market*) seperti pada kasus pasar monopoli.

- Kegagalan Pasar

Sumber ketidakefisienan dan atau eksternalitas tidak saja diakibatkan oleh kegagalan pasar tetapi juga karena kegagalan pemerintah (*government failure*). Kegagalan pemerintah banyak diakibatkan tarikan kepentingan pemerintah sendiri atau kelompok tertentu (*interest groups*) yang tidak mendorong efisiensi. Kelompok tertentu ini memanfaatkan pemerintah untuk mencari keuntungan (*rent seeking*) melalui proses politik, melalui kebijaksanaan dan sebagainya.

c. Solusi Mengatasi Eksternalitas

Adanya eksternalitas negatif mengakibatkan sumber daya yang dilakukan pasar tidak efisien, di sinilah diperlukan peranan dari pemerintah. Harapannya masalah-masalah yang di timbulkan dengan adanya eksternalitas dapat teratasi. Beberapa hal



yang dapat dilakukan oleh pemerintah adalah regulasi, penetapan pajak pigouvian dan pemberian subsidi.

- **Regulasi**

Regulasi adalah tindakan mengendalikan perilaku manusia atau masyarakat dengan aturan atau pembatasan. Dengan regulasi pemerintah dapat melarang atau mewajibkan perilaku atau tindakan, mana yang boleh dan mana yang tidak boleh untuk dilakukan pihak-pihak tertentu dalam rangka mengatasi eksternalitas. Dengan adanya regulasi, memaksa penghasil polusi untuk mengurangi polusi yang dihasilkan, karena polusi tersebut merupakan tanggung jawab pihak yang menghasilkan polusi.

- **Pajak Pigouvian**

Pajak pigouvian merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi eksternalitas. Konsumen atau perusahaan yang menyebabkan eksternalitas harus membayar pajak samadengan dampak marjinal dari eksternalitas yang dibuat. Dengan itu membuat konsumen atau perusahaan memperhitungkan berapa banyak manfaat dan dampak dari jumlah barang yang diproduksi atau dikonsumsi perusahaan ataupun konsumen. Artinya dengan diterapkannya pajak akan memberikan insentif kepada para pemilik pabrik untuk sebanyak- banyaknya mengurangi polusinya. Semakin tinggi tingkat pajak yang dikenakan maka semakin banyak penurunan polusi yang terjadi.

- **Subsidi**

Ketika manfaat sosial melebihi manfaat pribadi maka subsidi harus diberikan kepada konsumen atau produsen. Subsidi mengarah pada penurunan dalam harga komoditi. Pemerintah dapat mensubsidi produsen untuk mengurangi dampak eksternalitas. Keuntungan produsen didapat dari subsidi pemerintah dan keuntungan masyarakat dalam hal pengurangan kerusakan dari dampak eksternalitas yang ditimbulkan perusahaan. Kelemahan dari subsidi adalah perusahaan-perusahaan condong untuk melakukan eksternalitas karena dengan melakukan eksternalitas mereka akan mendapat subsidi dari pemerintah.

- **Internalisasi**

Untuk mengontrol eksternalitas pertama kali dibahas oleh David dan Whinston. David dan Whinston menganjurkan internalisasi untuk mengatasi eksternalitas



sehingga biaya privat sama dengan biaya sosialnya. Inti dari internalisasi adalah misalnya jika ada perusahaan A menyebabkan eksternalitas negatif hanya kepada perusahaan B maka perusahaan A dan perusahaan B bersama-sama menghitung dampak dari eksternalitas.

## 2.6 Emisi

Emisi menurut MARPOL Annex VI Regulation 2 adalah: “*emissions means any release of substances, subject to control by this Annex from ships into the atmosphere or sea*”.

Emisi merupakan istilah untuk mendeskripsikan gas ataupun partikel yang dilepaskan ke udara oleh bermacam-macam sumber (EPA, 2011). Sumber disini bisa berarti pembakaran sederhana seperti sampah atau bahkan hasil polusi udara dari industri berat. Beberapa aspek khusus seperti pemukiman, area komersial, dan transportasi juga menyumbangkan emisi ke atmosfer.

Menurut EPA, beberapa sumber emisi dikategorikan menjadi:

*Point sources* atau sumber tak bergerak seperti pabrik dan pembangkit listrik

*Mobile sources* yang berarti mobil, truk, alat bongkar muat, pemotong rumput, dan bahkan pesawat terbang

### a. Jenis Emisi

Emisi secara umum terbagi ke dalam empat bagian: NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, dan *particulate matter* (Green Ship Technology Book). Ada beberapa referensi (EPA, 2011) juga yang menyebutkan bahwa emisi memiliki kriteria polutan yang terdiri dari karbon monoksida (CO), timbal (Pb), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>), *particulate matter* (PM), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Emisi juga tidak terdiri dari unsur saja, beberapa campuran juga dikategorikan sebagai racun udara (EPA, 2011).

Nitrogen merupakan atom tunggal yang sangat reaktif. Memiliki tingkat ionisasi +1 sampai +5 sehingga nitrogen dapat membentuk beragam oksida seperti NO, N<sub>2</sub>O, dan NO<sub>2</sub>. Kelompok keluarga nitrogen oksida diistilahkan sebagai NO<sub>x</sub> (EPA, 1999). Emisi jenis ini berkontribusi terhadap munculnya hujan asam di sekitar area sumber dan menyebabkan lubang pada atmosfer.

Nitrogen oksida sering disebut dengan NO<sub>x</sub> karena oksida nitrogen mempunyai dua bentuk yang sifatnya berbeda, yaitu gas NO<sup>2</sup> dan gas NO (Wardhana, 2004).

Walaupun ada bentuk oksida nitrogen lainnya, tetapi kedua gas tersebut yang paling



banyak diketahui sebagai bahan pencemar udara. Nitrogen dioksida ( $\text{NO}$ ) berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Reaksi pembentukan  $\text{NO}^2$  dari  $\text{NO}$  dan  $\text{O}^2$  terjadi dalam jumlah relatif kecil, meskipun dengan adanya udara berlebih. Kecepatan reaksi ini dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi  $\text{NO}$ . Pada suhu yang lebih tinggi, kecepatan reaksi pembentukan  $\text{NO}^2$  akan berjalan lebih lambat. Selain itu, kecepatan reaksi pembentukan  $\text{NO}^2$  juga dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen dan kuadrat dari konsentrasi  $\text{NO}$ . Hal ini berarti jika konsentrasi  $\text{NO}$  bertambah menjadi dua kalinya, maka kecepatan reaksi akan naik empat kali. Namun, jika konsentrasi  $\text{NO}$  berkurang setengah, maka kecepatan reaksi akan turun menjadi seperempat (Fardiaz, 1992).

Sulfur oksida dihasilkan oleh oksidasi sulfur pada bahan bakar fosil dan *petroleum*. Keluarga sulfur oksida disebut  $\text{SO}_x$  merupakan hasil dari pembusukan jasad renik selama jutaan tahun. Paparan  $\text{SO}_x$  yang berlebihan dapat menyebabkan genotoksisitas/perubahan gen dan mempercepat karat pada baja (Alberta, 2006).

$\text{CO}_2$  merupakan gas yang menyebabkan pemanasan global. Emisi  $\text{CO}_2$  dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Pengurangan konsumsi bahan bakar merupakan langkah vital untuk mereduksi emisi jenis ini.  $\text{CO}_2$  merupakan kontributor terbesar terhadap peningkatan laju pemanasan global dan menyebabkan sesak napas pada tingkat paparan tertentu.

b. Faktor Emisi

Faktor emisi merupakan bilangan yang mewakili kuantitas dari polutan yang dilepaskan ke atmosfer dengan aktifitas yang terkait proses pelepasan tersebut (EPA, 2011). Faktor ini selalu diformulasikan sebagai bobot dari polutan dibagi dengan satuan berat, volum, jarak, maupun durasi dari aktifitas pelepasan polusi ke udara. Masing-masing zat memiliki faktor emisi tersendiri. Hal ini dipengaruhi oleh sifat dari masing-masing zat tersebut. Secara umum EPA merumuskan formula untuk menghitung jumlah emisi yang dilepaskan sebagai berikut:

$$\text{Emisi} = \text{konsumsi energi} * \text{faktor konversi} \quad (2.12)$$

$$\text{Total biaya emisi} = \text{total emisi} * \text{pajak} \quad (2.13)$$



Tabel II.1. Faktor Konversi

Faktor Konversi			
Batu bara	CO <sub>2</sub>	0.719	kg/KWH
	NO <sub>x</sub>	0.0382	kg/KWH
	SO <sub>x</sub>	0.3571	kg/KWH
Gas	CO <sub>2</sub>	0.524	kg/KWH
	NO <sub>x</sub>	0.0382	kg/KWH
	SO <sub>x</sub>	0.0115	kg/KWH
Solar HSD	CO <sub>2</sub>	2.6413	kg/L
	NO <sub>x</sub>	0.0395	kg/L
	SO <sub>x</sub>	1.25	kg/L

(Sumber: EPA, 2011)

Faktor emisi memiliki banyak variabel yang mempengaruhi besaran nilai dari faktor emisi itu sendiri. Variabel-variabel tersebut antara lain:

- Jenis bahan bakar yang digunakan
- Jenis mesin/kendaraan
- Zat emisi spesifik
- Besarnya daya mesin
- Umur ekonomis mesin
- Aktifitas sumber polutan
- Dimensi mesin

#### c. Dampak Negatif Emisi

Emisi yang dikeluarkan oleh sumber memiliki banyak dampak negatif dibandingkan dampak positif. Dampak-dampak negatif tersebut antara lain:

- Meningkatkan risiko penyakit kanker, gangguan pernapasan, dan penurunan daya tahan terhadap pekerja maupun warga sekitar
- Menurunkan kualitas lingkungan dan meningkatkan risiko pencemaran lingkungan khususnya udara di sekitar pelabuhan
- Mempercepat proses pemanasan global

#### d. Kontributor Emisi di Pelabuhan

Secara umum kontributor emisi di pelabuhan bisa dibagi menjadi dua sumber: pelabuhan dan kapal. Emisi yang dilepaskan pada pelabuhan terdiri dari aktifitas kendaraan dan peralatan bongkar muat pada pelabuhan. Sementara emisi yang



dilepaskan oleh kapal merupakan hasil dari penggunaan mesin bantu (*auxiliary engine*) pada saat bongkar muat kapal (Nikitakos, 2012).

Pada pelabuhan, emisi dapat direduksi dengan pemakaian bahan bakar bersih pada truk maupun peralatan bongkar muat pelabuhan. Pada kapal, minimalisasi penggunaan *auxiliary engine* dapat dilakukan dengan mengaplikasikan *cold ironing*, menyuplai daya dari pelabuhan sehingga *auxiliary engine* dapat dimatikan (Nikitakos, 2012).

#### 1. Definisi Bongkar Muat

Menurut *Cambridge Dictionaries*, bongkar muat memiliki definisi aktifitas memindahkan barang dari dan ke kapal, pesawat, truk, dan sebagainya. Sejatinya, pemindahan barang dari satu tempat ke tempat yang lain telah berlangsung selama berabad-abad lalu oleh bangsa Mesir, Fenisia, Yunani Kuno, dan bahkan Tiongkok (House, 2005).

Proses bongkar muat pada akhirnya memiliki turunan yang banyak akibat variasi barang yang dibawa. Dalam buku *Cargo Work For Maritime Operations* ada enam tipe jenis bongkar muat:

- *Bulk solid*
- *Bulk liquid*
- *Containerized unit*
- *Refrigerated/chilled*
- *General* (yang tidak termasuk poin-poin di atasnya)
- *Roll-on dan Roll-off cargo*

#### 2. Peralatan Bongkar Muat

Proses bongkar-muat pada kapal membutuhkan beberapa peralatan untuk membantu proses tersebut secara efektif dan efisien. Beberapa peralatan memang dikhususkan untuk muatan-muatan atau pun kapal-kapal tertentu (House, 2005). Beberapa peralatan dan fasilitas yang bergantung pada proses bongkar muatnya antara lain:

- *Derrick, crane, dan winch* (untuk muatan umum)
- *On-board crane, gantry crane* (untuk muatan umum dan kontainer)
- Pompa dan katup (untuk muatan curah cair)
- *Ramp* (untuk penumpang dan kendaraan)
- *Suction dan grapple* (untuk muatan curah padat)



Peralatan bongkar muat pada pelabuhan juga bisa berbentuk kendaraan yang sifatnya berlalu-lalang di dalam pelabuhan. Beberapa kendaraan tersebut antara lain:

- Truk dan *chassis*-nya (*trailer* maupun umum)
- *Forklift*
- *Automated stacking crane*(ASC)
- *Reach stacker*
- *Straddle carrier*
- *Conveyor*
- *Ship-to-shore* (STS)
- *Transtainer*
- *Top loader*
- *Side loader*
- *Supertacker*
- *Rubber Tyred Gantry*
- *Fix spreader*

### 3. Jam Kerja

*Working hour* atau jam kerja merupakan periode waktu yang dihabiskan oleh individu untuk pekerjaan berbayar. Jam kerja biasanya diatur oleh negara secara hukum. Hal ini meliputi berapa maksimum jam kerja dan berapa besarnya bayaran yang didapat. Jam kerja sangat bervariasi tergantung dari lokasi, budaya, gaya hidup, dan ukuran keluarga dari individu tersebut.

Pada pelabuhan, jam kerja merupakan patokan untuk mengatur berapa sumber daya manusia yang dibutuhkan untuk mengoperasikan kendaraan atau pun peralatan pada proses bongkar muat. Secara langsung, jam kerja juga berpengaruh terhadap frekuensi pemeliharaan dari kendaraan maupun peralatan yang diakumulasikan pada periode waktu tertentu.

Jam kerja erat kaitannya dengan jumlah SDM yang tersedia. Sebagai contoh apabila jumlah SDM yang tersedia hanya sedikit sedangkan *jobdesc* yang dikerjakan cukup banyak, maka masing-masing individu mengalami penambahan jam kerja untuk menutupi *jobdesc* yang belum dikerjakan. Sebaliknya apabila SDM terlalu banyak namun *jobdesc* yang tersedia tidak seberapa, maka perusahaan harus mengurangi jumlah SDM untuk



menanggulangi pengeluaran yang tidak perlu untuk membayar pekerja yang berlebihan tersebut.

#### 4. Konsumsi Bahan Bakar

Pada kendaraan maupun peralatan pada proses bongkar muat, kebutuhan konsumsi bahan bakar merupakan hal yang tidak perlu ditanyakan lagi.

Beberapa hal yang menyebabkan dinamisasi konsumsi bahan bakar antara lain:

- Jenis mesin, beberapa mesin dengan dimensi yang besar memiliki tingkat konsumsi bahan bakar yang tidak sedikit
- Tahun pembuatan mesin, mempengaruhi teknologi yang diterapkan oleh mesin tersebut. Teknologi yang semakin canggih menggaransi pemakaian bahan bakar yang semakin hemat
- Bahan bakar yang dipakai, beberapa bahan bakar yang mengandung sulfur maupun timbal berpotensi untuk menciptakan kerak pada *bore* mesin yang pada akhirnya mengurangi performa mesin
- Umur mesin, semakin tua mesin maka performanya juga ikut menurun disertai dengan meningkatnya konsumsi bahan bakar yang naik mengikuti bertambahnya usia
- Frekuensi pemeliharaan, beberapa pemeliharaan memang tidak menggaransi untuk mesin tersebut bisa menghemat bahan bakar. Namun semakin sering frekuensi pemeliharaan maka semakin sering pengawasan terhadap munculnya kerusakan dini seperti kerak dan semacamnya
- Tingkat pemakaian, semakin sering dipakai maka semakin tinggi risiko mesin untuk mengalami kerusakan yang berujung pada naiknya konsumsi bahan bakar. Pemeliharaan rutin mencegah hal ini
- Perlakuan operasional, beberapa mesin yang semula efisien dalam pengelolaan bahan bakarnya menjadi boros apabila salah dalam memperlakukan saat beroperasi. Hal ini bersumber dari minimnya info mengenai mesin dan kualitas SDM

Konsumsi bahan bakar pada perhitungan emisi sangat penting dikarenakan tingkat konsumsi menunjukkan seberapa besar emisi yang akan dikeluarkan per konsumsi bahan bakar yang digunakan. Nantinya konsumsi akan dikalikan oleh besarnya jam kerja tiap mesin/kendaraan/peralatan dan dikali dengan faktor



emisinya untuk menentukan besarnya emisi yang dikeluarkan oleh mesin pada periode waktu tertentu.

## **2.7 Pelabuhan Tanjung Perak**

### **a. Sejarah Pelabuhan Tanjung Perak**

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan salah satu pelabuhan pintu gerbang di Indonesia yang menjadi pusat kolektor dan distributor barang ke kawasan timur Indonesia, khususnya Jawa Timur. Dahulu kapal-kapal samudera membongkar dan memuat barang-barangnya melalui tongkang maupun perahu untuk mencapai Jembatan Merah yang waktu itu tepat di jantung kota melalui Sungai Kalimas. Pada tahun 1875 Pelabuhan Tanjung Perak mengalami perluasan untuk pertama kalinya. Melalui dua ahli yang didatangkan dari Belanda yaitu Prof Dr J Krauss dan GJ de Jongth, Tanjung Perak mengalami perkembangan yang sangat pesat. Surabaya kemudian menjadi kota pelabuhan pertama di Jawa Timur dan kemudian menjadi salah satu yang terbesar di kawasan Indonesia bagian timur pada jamannya. Tanjung Perak memiliki peranan yang amat besar dan hal ini terlihat dari interaksi budaya yang dibawa oleh perdagangan serta terlihat dari budaya, arsitektur, makanan khas, dan ragam suku lainnya.



**Gambar II.2. Tanjung Perak Pada Zaman Kolonial**

Pembangunan-pembangunan lanjutan kemudian terus dilakukan seperti perluasan dermaga kontainer, penyempurnaan fasilitas lainnya, dan perkembangan kawasan



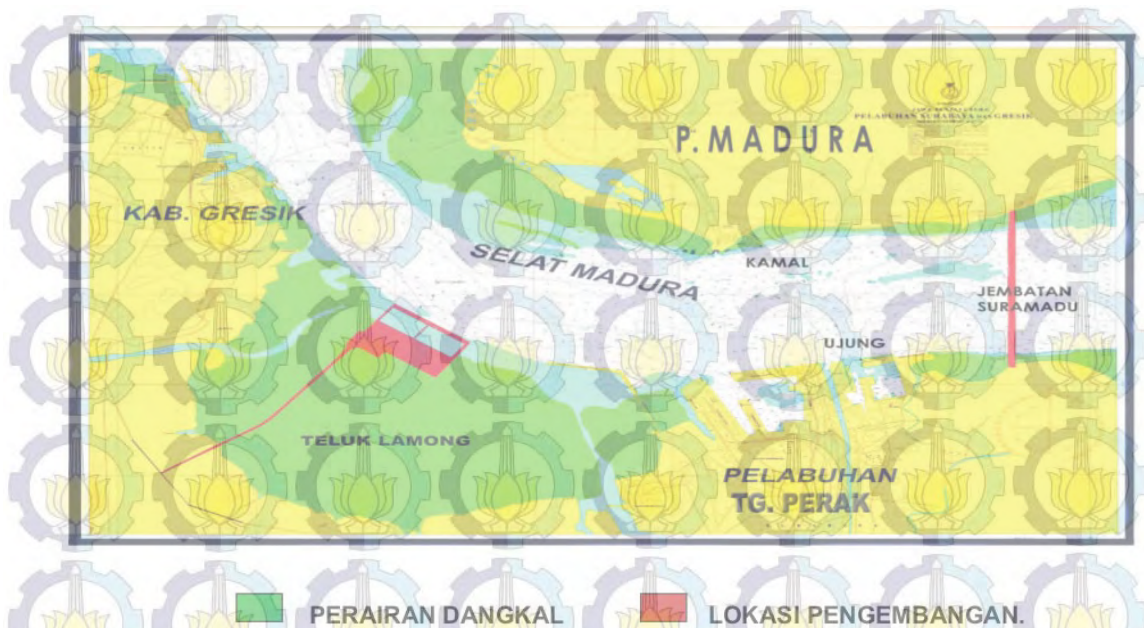
industri pendukung. Pelabuhan Tanjung Perak pada tahun 2012 mampu menangani peti kemas hingga 2,8 juta TEUs dengan kunjungan kapal mencapai 73 juta GT. Prediksi pada tahun 2015 akan mencapai 4 juta TEUs dengan peningkatan pada muatan kargo umum, curah kering, dan curah cair, dan fasilitas terminal yang ada (Jamrud, Kalimas, Mirah, Nilam, Berlian, dan TPS) diprediksi tidak mampu memenuhi kebutuhan tersebut.



**Gambar II.3. Peta Tanjung Perak dan Terminalnya**

Berawal dari fakta tersebut kemudian pada tanggal 11 Januari 2002 ditetapkanlah Master Plan Pelabuhan untuk rencana pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak di Teluk Lamong melalui surat nomor 03/Pj.3.02/P.III-2002 (Pelabuhan Indonesia III, 2011). Dengan kedalaman mencapai 14 LWS, Terminal Multipurpose Teluk Lamong masuk dalam Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) koridor Jawa. Pembangunan Terminal Multipurpose Teluk Lamong kini dikebut dan ditargetkan bisa selesai dan mulai dioperasikan pada Mei 2014 (Small Research Pelabuhan Tanjung Perak, 2011). Dengan masuknya Terminal Multipurpose Teluk Lamong ke dalam MP3EI, tentu membawa harapan agar terminal tersebut mampu mengurangi waktu tunggu kapal di Pelabuhan Tanjung Perak dan menjalankan roda ekonomi baik di Surabaya, Jawa Timur, dan bahkan lebih jauh lagi: kawasan Indonesia timur.





**Gambar II.4. Lokasi Pelabuhan Tanjung Perak dan Teluk Lamong**

**b. Lokasi dan Denah Terminal Multipurpose Teluk Lamong**

Terminal Multipurpose Teluk Lamong terletak di Surabaya bagian utara. Berbatasan dengan Kabupaten Gresik di sebelah barat, Pulau Madura di sebelah utara. Terminal Multipurpose Teluk Lamong sendiri memiliki tujuh zona di area terminalnya. Tujuh zona tersebut adalah:

1. Dermaga (500 x 80 meter)
2. Jembatan C2, 4 lajur (1024 x 18,2 meter)
3. Lapangan curah kering (10 hektar)
4. Lapangan peti kemas (15,86 hektar)
5. Jalan lintasan (1330 x 30 meter)
6. Kantor (7 hektar)
7. Jembatan C1; 3 lajur (800 x 12,5 meter)





**Gambar II.5. Denah Terminal Multipurpose Teluk Lamong**

c. Fitur *Green Port* Terminal Multipurpose Teluk Lamong

Terminal *Multipurpose* Teluk Lamong dalam perencanaannya akan memakai peralatan pelabuhan yang ramah lingkungan. Peralatan tersebut antara lain:

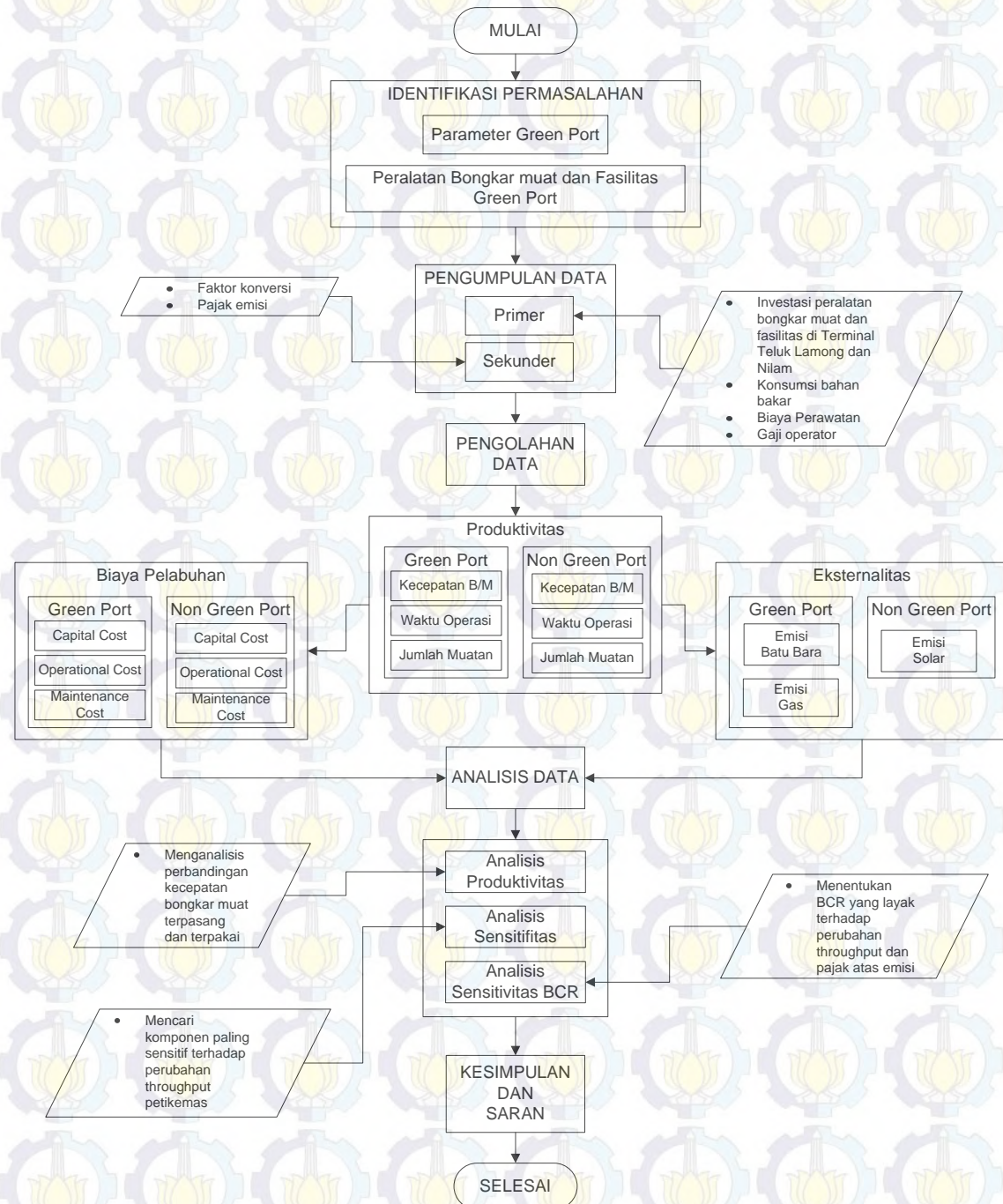
1. Penggunaan *solar cell* dan *wind turbine*.
2. Penerangan Jalan Umum (PJU) Terminal *Multipurpose* Teluk Lamong menggunakan lampu LED.
3. Pengoperasian *Automated Stacking Crane* (ASC) untuk digunakan di *container yard* terminal.
4. Penggunaan *Automotive Terminal Trailer* (ATT) dengan *start and stop technology engine* sebagai penghemat bahan bakar truk.
5. Pemakaian ban pada ATT yang lebih sedikit sehingga mengurangi limbah karet
6. Pengaplikasian *conveyor* dan *Straddle Carrier* (SC).



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Tugas akhir ini dikerjakan dengan beberapa tahap pengerjaan seperti pada gambar berikut:



Gambar III.1. Metodologi Penelitian



### 3.2 Langkah-Langkah Pengerjaan Tugas Akhir

Secara umum tahapan pengerjaan tugas ini terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

1. Tahap Identifikasi Permasalahan

Pada tahap ini dilakukan identifikasi mengenai permasalahan dari tugas akhir ini. Beberapa hal yang diidentifikasi adalah parameter *Green Port*, yang mana meliputi kriteria apa saja yang menjadikan suatu pelabuhan itu ramah lingkungan. Selain itu juga identifikasi dari fasilitas dan peralatan bongkar muat yang digunakan di *green port* Teluk Lamong.

2. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan studi literatur yang terkait dengan permasalahan pada tugas ini. Materi-materi yang dijadikan sebagai tinjauan pustaka adalah teori tentang pelabuhan, konsep *green port*, biaya pelabuhan dan teori eksternalitas.

3. Tahap Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah pengumpulan data secara langsung (primer) dan secara tidak langsung (sekunder). Pengumpulan data ini dilakukan peneliti dengan mengambil data tentang biaya investasi, biaya operasional dan perawatan alat *Green Port* dengan *Non-Green Port* untuk data primer. Sedangkan faktor konversi dan pajak emisi untuk perhitungan eksternalitas sebagai data sekunder.

4. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data-data yang diperoleh untuk dijadikan sebagai input didalam melakukan perhitungan selanjutnya. Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui beberapa hal, yaitu:

- a. Produktivitas *Green Port* dengan *Non-Green Port*.
- b. Biaya pelabuhan untuk masing-masing fasilitas dan peralatan bongkar muat di Tanjung Perak dan Teluk Lamong.
- c. Biaya emisi yang ditimbulkan dari penggunaan energi pembangkit listrik untuk *Green Port* dan penggunaan solar HSD dari *Non-Green Port*.

5. Tahap Analisis Data

Pada tahap analisis data ini, berdasarkan data yang telah diolah, dilakukan analisis terhadap beberapa masalah yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan berkaitan dengan biaya pelabuhan dan biaya eksternalitas.



## 6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini dituliskan hasil analisis dan evaluasi yang didapatkan serta saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk pengembangan lebih lanjut.



## **BAB IV      TERMINAL PETIKEMAS TELUK LAMONG DAN NILAM**

Terminal petikemas merupakan terminal khusus yang melayani petikemas, dari proses bongkar muat dari dan/atau kapal, transfer, *stuffing* dan lapangan penumpukan. Terminal Multipurpose Teluk Lamong terletak di Surabaya bagian utara. Berbatasan dengan Kabupaten Gresik di sebelah barat, Pulau Madura di sebelah utara. Sedangkan Terminal nilam berada di kawasan pelabuhan Tanjung Perak di arah barat Pelabuhan Ujung, Surabaya.

### **4.1      Proses Penanganan Petikemas di Terminal Petikemas**

Proses bongkar muat petikemas di terminal peti kemas dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu proses bongkar muat, transfer dan lapangan penumpukan.

#### **4.1.1      Proses Bongkar Muat**

Proses bongkar muat di Terminal Teluk Lamong menggunakan *Container Crane* dengan pembangkit tenaga listrik, sedangkan di Terminal Nilam menggunakan mesin diesel dengan bahan bakar solar HSD. Pada proses ini petikemas dibongkar dari kapal dan/atau petikemas dimuat ke dalam kapal.

#### **4.1.2      Proses Transfer**

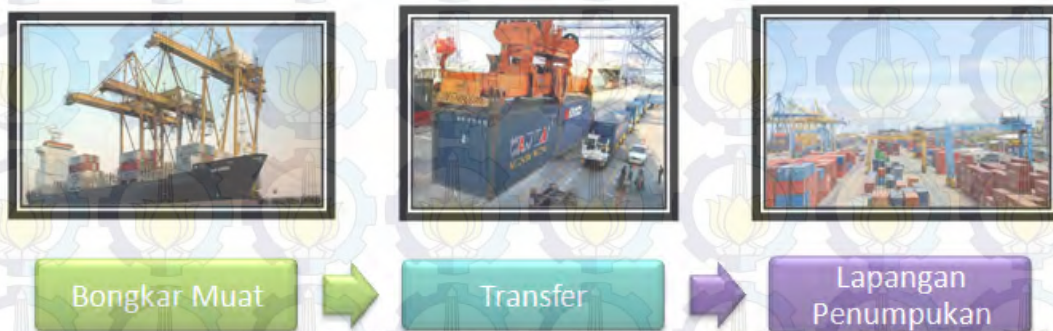
Proses transfer di Terminal Teluk Lamong menggunakan ATT (*Automotive Terminal Trailer*) dengan konsumsi bahan bakar yang lebih hemat dibanding truk trailer biasanya, sedangkan di Terminal Nilam menggunakan truk trailer biasa. Pada proses ini petikemas diangkut dengan trailer yang mana kemudian akan diletakkan di lapangan penumpukan. Kecepatan trailer ini hanya dibatasi 20 km/jam, karena alat ini beroperasi di dalam terminal.

#### **4.1.3      Proses Penumpukan**

Proses penumpukan petikemas di lapangan penumpukan di Teluk Lamong menggunakan ASC (*Automated Stacking Crane*) yang dioperasikan menggunakan tenaga listrik, sedangkan di Terminal Nilam menggunakan RTG (*Rubber Tyre Gantry Crane*) yang dioperasikan menggunakan mesin diesel dengan bahan bakar solar HSD. Pada proses ini terdapat batasan tinggi penumpukan petikemas, yaitu tidak boleh melebihi 4 tumpukan



(tier). Petikemas juga dipisahkan sesuai dengan kondisi muatan (isi/kosong) dan sesuai dengan tujuan petikemas tersebut (ekspor/impor/domestik).



**Gambar IV.1. Proses Bongkar Muat Petikemas**

#### **4.2 Alat Bongkar muat**

Alat bongkar muat yang terdapat di Terminal Teluk Lamong antara lain:

- 3 unit *container crane*
- 50 unit ATT
- 10 unit ASC

Berikut merupakan penjelasan tentang spesifikasi masing-masing alat.

##### **4.2.1 *Electric Container Crane***

*Container Crane* atau yang juga disebut *handling gantry crane* atau *ship to shore crane* merupakan alat yang digunakan untuk bongkar dan/atau muat petikemas dari/ke kapal petikemas. Tipe alat ini adalah *single lift*, yang artinya *crane* ini hanya dapat mengangkat 1 (satu) petikemas berukuran 20 kaki. Dengan kapasitas angkut sebesar 40-50 ton. Crane ini menggunakan tenaga listrik dengan power sebesar 6.6 KW (Kilo Watt). Harga per unit alat ini adalah 100 (seratus) milyar rupiah.





**Gambar IV.2. Container Crane dengan Tenaga Listrik**

#### 4.2.2 *Automotive Terminal Trailer (ATT)*

*Automotive Terminal Trailer (ATT)* merupakan truk trailer yang digunakan sebagai alat untuk memindahkan petikemas yang dibongkar dari kapal untuk diletakkan/disimpan pada lapangan penumpukan dan dari lapangan penumpukan untuk dimuat ke kapal. ATT ini merupakan alat baru yang digunakan karena mempunyai keunggulan, yaitu lebih hemat bahan bakar dibanding dengan truk trailer biasanya, tingkat kebisingan yang lebih rendah dibanding truk trailer biasanya dan penggunaan ban yang lebih sedikit sehingga mengurangi limbah karet. Harga per unit alat ini adalah 2.5 (dua koma lima) milyar rupiah.

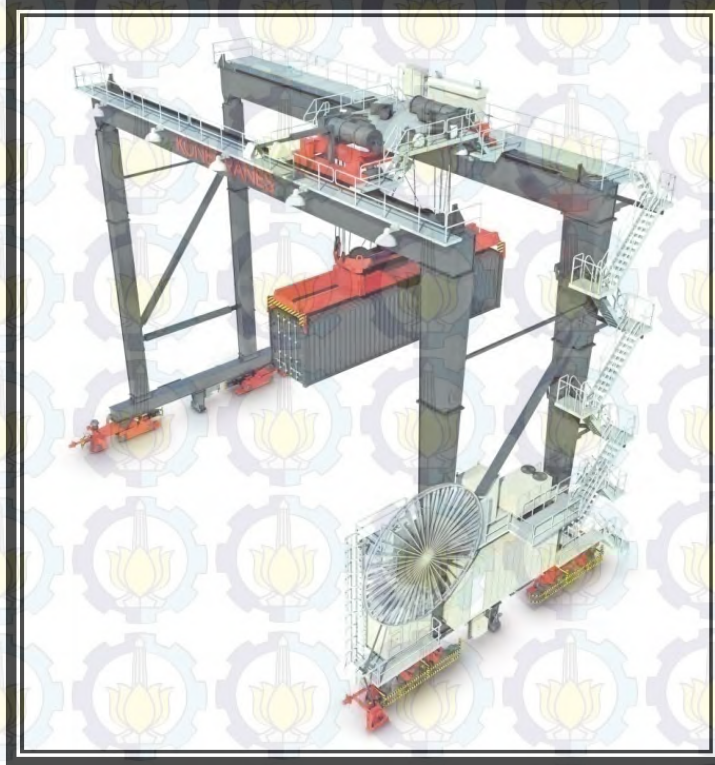


**Gambar IV.3. Automotive Terminal Trailer**



#### 4.2.3 Automated Stacking Crane (ASC)

*Automated Stacking Crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengatur peletakan petikemas di lapangan penumpukan. ASC ini menggunakan tenaga listrik dengan power 6.6 KW dan pengoperasiannya dapat dilakukan dengan jarak jauh dan berada di dalam ruangan. Kapasitas angkut ASC ini sebesar 40 ton. Baris petikemas yang berada di bawah ASC ini adalah 9 baris. Harga per unit alat ini adalah 30 (tiga puluh) milyar rupiah.



**Gambar IV.4. Automated Stacking Crane**

Sedangkan alat bongkar muat yang terdapat di Terminal Nilam antara lain:

- 3 unit *container crane*
- 12 unit Truk Trailer
- 5 unit RTG

Berikut merupakan penjelasan tentang spesifikasi masing-masing alat.

#### 4.2.4 Container Crane

*Container Crane* atau yang juga disebut *handling gantry crane* atau *ship to shore crane* merupakan alat yang digunakan untuk bongkar dan/atau muat petikemas dari/ke kapal petikemas. Tipe alat ini adalah *single lift*, yang artinya *crane* ini hanya dapat mengangkat 1



(satu) petikemas berukuran 20 kaki. Dengan kapasitas angkut sebesar 40-50 ton. Crane ini menggunakan bahan bakar solar HSD dengan konsumsi bahan bakarnya sebesar 35 liter/jam. Harga per unit alat ini adalah 70 (tujuh puluh) milyar rupiah.



**Gambar IV.5. Container Crane**

#### 4.2.5 Truk Trailer

*Truk Trailer* merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan petikemas yang dibongkar dari kapal untuk diletakkan/disimpan pada lapangan penumpukan dan dari lapangan penumpukan untuk dimuat ke kapal. Truk ini menggunakan mesin diesel dengan bahan bakar solar HSD. Harga per unit alat ini adalah 1 (satu) milyar rupiah.



**Gambar IV.6. Truk Trailer**



#### 4.2.6 Rubber Tyre Gantry Crane (RTG)

*Rubber Tyre Gantry Crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengatur peletakan petikemas di lapangan penumpukan. Kapasitas angkut RTG ini sebesar 40 ton. Power yang digunakan merupakan mesin diesel dengan bahan bakar solar HSD. Konsumsi bahan bakarnya sebesar 18 liter/jam. Harga per unit alat ini adalah 25 (dua puluh lima) milyar rupiah.



Gambar IV.7. *Rubber Tyre Gantry Crane*



## **BAB V      PERHITUNGAN BIAYA PELABUHAN DAN EKSTERNALITAS**

Perhitungan biaya pelabuhan dan eksternalitas ini berdasarkan metode biaya manfaat, yang mana komponen biaya pelabuhan meliputi biaya pengadaan alat bongkar muat, biaya operasional dan biaya perawatan alat bongkar muat untuk *Green Port* maupun *Non-Green Port*. Sedangkan eksternalitas merupakan komponen dari manfaat, yang mana merupakan biaya emisi yang dihasilkan dari penggunaan energi untuk mengoperasikan alat bongkar muat di *Green Port* dan *Non-Green Port*. Energi yang digunakan adalah listrik, (pembangkit listrik menggunakan batu bara atau gas) dan solar HSD.

### **5.1      Produktivitas**

#### **5.1.1    Input Data Produktivitas**

Kedua terminal petikemas *Green Port* dengan *Non-Green Port* akan menangani *throughput* petikemas yang sama sebanyak 350,000 box/tahun. Kecepatan bongkar muat *electric container crane* yaitu 25 box/jam, sedangkan untuk *diesel container crane* sebanyak 22 box/jam. Jumlah alat/*container crane* yang digunakan masing-masing terminal sebanyak 3 unit. Dengan mengetahui *throughput* petikemas, kecepatan bongkar muat dan jumlah alatnya, maka dapat diketahui waktu operasi untuk *green port* dan *non-green port*.

#### **5.1.2    Persamaan Produktivitas**

Waktu operasi dapat dicari dengan cara membagi *throughput* peti kemas dengan kecepatan bongkar muat dan jumlah alat yang digunakan. Dengan persamaan (2.2), maka didapatkan waktu operasi untuk *green port* adalah 4,667 jam, sedangkan untuk *non-green port* adalah 5,303 jam.

### **5.2      Biaya Pelabuhan *Green Port***

Biaya pelabuhan antara lain meliputi biaya modal, biaya operasional dan biaya perawatan. Penjelasan selengkapnya sebagai berikut:



## 5.2.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

### 5.2.1.1 Input Data Biaya Modal

Komponen data untuk menghitung biaya modal antara lain biaya investasi, tenor (periode waktu pembayaran) dan suku bunga. Biaya investasi meliputi harga 3 unit *electric container crane* dengan harga per unit sebesar 100 milyar rupiah, 9 unit ATT dengan harga per unit sebesar 2.5 milyar rupiah dan 6 unit ASC dengan harga per unit 30 milyar rupiah. Sehingga total biaya pengadaan semua alat adalah 502.5 milyar rupiah. Tenor selama 15 tahun, dengan suku bunga 10%.

### 5.2.1.2 Persamaan Biaya Modal

Persamaan biaya modal dapat dilihat pada persamaan (2.2). Dengan persamaan tersebut, maka didapatkan nilai biaya modal untuk *electric container crane* sebesar 18 milyar rupiah/tahun, ATT sebesar 1.35 milyar rupiah/tahun dan ASC sebesar 10.8 milyar rupiah/tahun. Sehingga untuk semua alat, total biaya modal sebesar 30.15 milyar rupiah/tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

## 5.2.2 Biaya Operasional (*Operational Cost*)

### 5.2.2.1 Input Data Biaya Operasional

Komponen biaya operasional (*operational cost*) antara lain sebagai berikut:

- Konsumsi energi, merupakan kebutuhan listrik (*power*) untuk *electric container crane* dan ASC yang dinyatakan dalam KW (Kilo Watt). Kedua alat ini mempunyai *power* yang sama, yaitu sebesar 66 KW. Sedangkan untuk ATT menggunakan bahan bakar minyak dengan konsumsi sebanyak 3.75 (tiga koma tujuh lima) liter/jam.
- Harga energi, merupakan biaya yang harus dibayarkan atas penggunaan energi tersebut. Harga untuk listrik sebesar 1,011 rupiah per KWH (Kilo Watt *Hour*). Sedangkan untuk BBM sebesar 10,153 rupiah per liter.
- Tagihan listrik, dipengaruhi oleh penggunaan listrik saat WBP (Waktu Beban Puncak) dan LWBP (Luar Waktu Beban Puncak. WBP terjadi pada pukul 18.00 – 22.00 WIB (Waktu Indonesia Barat). Diasumsikan WBP terpakai 40% dan LWBP terpakai 60%



- Waktu operasi, merupakan waktu penggunaan alat (*electric container crane*, ATT dan ASC) yang mana dinyatakan dalam satuan jam yang dihitung selama satu tahun, yaitu 4,667 jam.
- Jumlah alat, merupakan berapa unit alat yang digunakan dalam proses bongkar muat petikemas. Dalam perhitungan ini digunakan perbandingan 1 *electric container crane* membutuhkan 3 ATT dan 2 ASC.
- Jumlah operator alat, untuk alat elektrik per orang dapat mengangani 2 (dua) alat (untuk *electric container crane* dan ASC). Sehingga untuk *electric container crane* dibutuhkan 3 orang operator, dan ASC dibutuhkan 5 orang operator. Sedangkan untuk ATT dibutuhkan operator sebanyak jumlah alat, yaitu 50 orang operator.
- Gaji operator, untuk operator *electric container crane* dan ASC sebesar 8 juta rupiah per bulan. Sedangkan untuk operator ATT sebesar 3.5 (tiga koma lima) juta per bulan.
- Asuransi, besarnya asuransi merupakan 1% dari total biaya pengadaan. Sehingga besarnya asuransi untuk *electric container crane* sebesar 3 milyar rupiah/tahun, ATT sebesar 0.23 milyar rupiah/tahun dan untuk ASC sebesar 1.80 milyar rupiah/tahun.

#### 5.2.2.2 Persamaan Biaya Operasional

Biaya operasional dihitung dari penjumlahan antara tagihan energi, total gaji, asuransi dan depresiasi yang dinyatakan dalam satuan rupiah/tahun.

##### 1. Tagihan Energi

Persamaan tagihan energi dapat dilihat pada persamaan (2.7).

##### 2. Total Gaji

Persamaan total gaji dapat dilihat pada persamaan (2.4)

##### 3. Asuransi

Persamaan asuransi dapat dilihat pada persamaan (2.8).

##### 4. Depresiasi

Persamaan depresiasi dapat dilihat pada persamaan (2.9).

Dari persamaan-persamaan di atas, maka dapat diketahui biaya operasional untuk *electric container crane* sebesar 5.17 milyar rupiah/tahun, untuk ATT sebesar 2.20 milyar rupiah/tahun dan ASC sebesar 4.70 milyar rupiah/tahun. Sehingga total biaya operasional



semua alat sebesar 12.08 milyar rupiah/tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

### 5.2.3 Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

#### 5.2.3.1 Input Data Biaya Perawatan

Komponen biaya perawatan (*Maintenance Cost*) antara lain sebagai berikut:

- Biaya perawatan setiap 1,000 jam, untuk *electric container crane* sebesar 500 (lima ratus) juta, ATT sebesar 150 juta rupiah dan ASC sebesar 300 juta rupiah.
- Waktu operasi, merupakan waktu penggunaan alat (*electric container crane*, ATT dan ASC) yang mana dinyatakan dalam satuan jam yang dihitung selama satu tahun, yaitu 4,667 jam.
- Jumlah alat, merupakan berapa unit alat yang digunakan dalam proses bongkar muat petikemas. Dalam perhitungan ini digunakan perbandingan 1 *electric container crane* membutuhkan 3 ATT dan 2 ASC.

#### 5.2.3.2 Persamaan Biaya Perawatan

Biaya perawatan dihitung dari perkalian antara biaya perawatan, waktu operasi dan jumlah alat. Persamaan biaya perawatan dapat dilihat pada persamaan (2.10). Dari persamaan tersebut, maka dapat diketahui biaya perawatan untuk *electric container crane* sebesar 6 milyar rupiah/tahun, untuk ATT sebesar 5.4 milyar rupiah/tahun dan ASC sebesar 7.2 milyar rupiah/tahun. Sehingga total biaya operasional semua alat sebesar 18.60 milyar per tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari ke-tiga komponen biaya pelabuhan di atas dapat diketahui bahwa total biaya pelabuhan *Green* sebesar 30.68 milyar rupiah dan *unit cost* sebesar 87,650 rupiah/box.

## 5.3 Eksternalitas *Green Port*

Eksternalitas *Green Port* merupakan biaya emisi yang dihasilkan atas penggunaan energi. Penggunaan energinya adalah listrik, dengan pembangkit listriknya berupa batu bara atau gas. Emisi yang dihitung adalah emisi CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub>.

### 5.3.1 Input Data Biaya Emisi Batu bara

Komponen biaya emisi batu bara antara lain sebagai berikut:

#### 1. Total Emisi

- Konsumsi energi, energi yang digunakan dalam waktu 1 tahun



- Faktor konversi

2. Pajak/biaya pengganti atas emisi yang ditimbulkan.

#### 5.3.2 Persamaan Biaya Emisi Batu bara

Emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.12) dan total biaya emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.13), sehingga dari persamaan-persamaan tersebut, maka dapat diketahui biaya emisi batu bara untuk CO<sub>2</sub> sebesar 0.87 milyar rupiah/tahun atau 2,478 rupiah/box, untuk NO<sub>x</sub> sebesar 0.04 milyar rupiah/tahun atau 115 rupiah/box dan untuk SO<sub>x</sub> sebesar 0.43 milyar rupiah/tahun atau 1,221 rupiah/box. Sehingga total biaya emisi batu bara adalah 1.33 milyar rupiah/tahun dan *unit cost* sebesar 3,814 rupiah/box. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

#### 5.3.3 Input Data Biaya Emisi Gas

Komponen biaya emisi batu bara antara lain sebagai berikut:

1. Total Emisi
  - Konsumsi energi, energi yang digunakan dalam waktu 1 tahun
  - Faktor konversi
2. Pajak/biaya pengganti atas emisi yang ditimbulkan.

#### 5.3.4 Persamaan Biaya Emisi Gas

Emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.12) dan total biaya emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.13). Dari persamaan di atas, maka dapat diketahui biaya emisi gas untuk CO<sub>2</sub> sebesar 0.67 milyar rupiah/tahun atau 1,922 rupiah/box, untuk NO<sub>x</sub> sebesar 0.04 milyar rupiah/tahun atau 115 rupiah/box dan untuk SO<sub>x</sub> sebesar 0.08 milyar rupiah/tahun atau 235 rupiah/box. Sehingga total biaya emisi gas adalah 0.80 milyar rupiah/tahun dan *unit cost* sebesar 2,273 rupiah/box. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

### 5.4 Biaya Pelabuhan *Non-Green Port*

Biaya pelabuhan *Non-Green Port* antara lain meliputi biaya modal, biaya operasional dan biaya perawatan. Penjelasan selengkapnya sebagai berikut:



#### 5.4.1 Biaya Modal (*Capital Cost*)

##### 5.4.1.1 Input Data Biaya Modal

Komponen data untuk menghitung biaya modal antara lain biaya investasi, tenor (periode waktu pembayaran) dan suku bunga. Biaya investasi meliputi harga 3 unit *container crane* dengan harga per unit sebesar 70 milyar rupiah, 9 unit truk trailer dengan harga per unit sebesar 1 milyar rupiah dan 6 unit RTG dengan harga per unit 25 milyar rupiah. Sehingga total biaya pengadaan semua alat adalah 369 milyar rupiah. Tenor selama 20 tahun, dengan suku bunga 10%.

##### 5.4.1.2 Persamaan Biaya Modal

Persamaan biaya modal dapat dilihat pada persamaan (2.2). Dengan persamaan tersebut, maka didapatkan nilai biaya modal untuk *container crane* sebesar 9.45 milyar rupiah/tahun, truk trailer sebesar 0.41 milyar rupiah/tahun dan RTG sebesar 6.75 milyar rupiah/tahun. Sehingga untuk semua alat, total biaya modalnya sebesar 17 milyar rupiah/tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

#### 5.4.2 Biaya Operasional (*Operational Cost*)

##### 5.4.2.1 Input Data Biaya Operasional

Komponen biaya operasional (*operational cost*) antara lain sebagai berikut:

- Konsumsi energi, merupakan kebutuhan bahan bakar berupa solar HSD untuk *container crane*, truk trailer dan RTG yang mana dinyatakan dalam satuan liter/jam. Konsumsi energi untuk *container crane* sebesar 35 liter/jam, untuk truk trailer sebesar 5.63 (lima koma enam puluh tiga) liter/jam dan RTG sebesar 18 liter/jam.
- Harga energi, merupakan biaya yang harus dibayarkan atas penggunaan energi tersebut. Harganya sebesar 10,153 rupiah per liter.
- Waktu operasi, merupakan waktu penggunaan alat (*container crane*, truk trailer dan RTG) yang mana dinyatakan dalam satuan jam yang dihitung selama satu tahun, yaitu 5,303 jam.
- Jumlah alat, merupakan berapa unit alat yang digunakan dalam proses bongkar muat petikemas. Dalam perhitungan ini digunakan perbandingan 1 *container crane* membutuhkan 3 truk trailer dan 2 RTG.



- Jumlah operator alat, dibutuhkan operator alat sebanyak jumlah alat. Jadi, untuk *container crane* dibutuhkan 3 orang operator, truk trailer dibutuhkan 9 orang operator dan RTG dibutuhkan 6 orang operator.
- Gaji operator, untuk operator *container crane* dan RTG sebesar 7 juta rupiah per bulan. Sedangkan untuk operator truk trailer sebesar 3.5 juta per bulan.
- Asuransi, besarnya asuransi merupakan 1% dari total biaya pengadaan. Sehingga besarnya asuransi untuk *container crane* sebesar 2.1 (dua koma satu) milyar rupiah/tahun, truk trailer sebesar 0.09 (nol koma nol sembilan) milyar rupiah/tahun dan untuk RTG sebesar 1.50 (satu koma lima puluh) milyar rupiah/tahun.

#### 5.4.2.2 Persamaan Biaya Operasional

Biaya operasional dihitung dari penjumlahan antara tagihan energi, total gaji, asuransi dan depresiasi yang dinyatakan dalam satuan rupiah/tahun.

##### 1. Tagihan Energi

Persamaan tagihan energi dapat dilihat pada persamaan (2.6).

##### 2. Total Gaji

Persamaan total gaji dapat dilihat pada persamaan (2.4).

##### 3. Asuransi

Persamaan asuransi dapat dilihat pada persamaan (2.8).

##### 4. Depresiasi

Persamaan depresiasi dapat dilihat pada persamaan (2.9).

Dari persamaan-persamaan di atas, maka dapat diketahui biaya operasional untuk *container crane* sebesar 8.51 (delapan koma lima puluh satu) milyar rupiah/tahun, untuk truk trailer sebesar 3.20 (tiga koma dua puluh) milyar rupiah/tahun dan RTG sebesar 7.82 (tujuh koma delapan puluh dua) milyar rupiah/tahun. Sehingga total biaya operasional semua alat sebesar 20 milyar rupiah/tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

#### 5.4.3 Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)

##### 5.4.3.1 Input Data Biaya Perawatan

Komponen biaya perawatan (*maintenance cost*) antara lain sebagai berikut:

- Biaya perawatan setiap 1,000 jam, untuk *container crane* sebesar 500 juta, truk trailer sebesar 150 juta rupiah dan RTG sebesar 300 juta rupiah.



- Waktu operasi, merupakan waktu penggunaan alat (*container crane*, truk trailer dan RTG) yang mana dinyatakan dalam satuan jam yang dihitung selama satu tahun, yaitu 5,303 jam.
- Jumlah alat
- *General overhaul*, merupakan perawatan untuk mesin diesel yang dilakukan pada periode tertentu, yaitu sebesar 1 milyar rupiah/tahun.

#### 5.4.3.2 Persamaan Biaya Perawatan

Biaya perawatan dihitung dari perkalian antara biaya perawatan, waktu operasi dan jumlah alat, lalu ditambah dengan biaya *general overhaul*. Persamaan biaya perawatan *Non-Green Port* dapat dilihat pada persamaan (2.11). Dari persamaan tersebut, maka dapat diketahui biaya perawatan untuk *container crane* sebesar 8.5 (delapan koma lima) milyar rupiah/tahun, untuk truk trailer sebesar 7.75 (tujuh koma tujuh puluh lima) milyar rupiah/tahun dan RTG sebesar 10 milyar rupiah/tahun. Sehingga total biaya operasional semua alat sebesar 27 milyar per tahun. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

Dari ke-tiga komponen biaya pelabuhan di atas dapat diketahui bahwa total biaya pelabuhan *Non-Green* sebesar 45.77 milyar rupiah dan *unit cost* sebesar 130,784 rupiah/box.

### 5.5 Eksternalitas *Non-Green Port*

Eksternalitas *Non-Green Port* merupakan biaya emisi yang dihasilkan atas penggunaan energi. Penggunaan energinya adalah bahan bakar minyak yang berupa solar HSD. Emisi yang dihitung adalah emisi CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub>.

#### 5.5.1 Input Data Biaya Emisi Solar HSD

Komponen biaya emisi solar HSD antara lain sebagai berikut:

1. Total Emisi
  - Konsumsi energi, energi yang digunakan dalam waktu 1 tahun
  - Faktor konversi
2. Pajak/biaya pengganti atas emisi yang ditimbulkan.



### 5.5.2 Persamaan Biaya Emisi Solar HSD

Emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.12) dan total biaya emisi dapat dihitung dengan persamaan (2.13). Dari kedua persamaan di atas, maka dapat diketahui biaya emisi solar HSD untuk CO<sub>2</sub> sebesar 1.33 (satu koma tiga puluh tiga) milyar rupiah/tahun atau 3,799 rupiah/box, untuk NO<sub>x</sub> sebesar 0.02 (nol koma nol dua) milyar rupiah/tahun atau 57 rupiah/box dan untuk SO<sub>x</sub> sebesar 0.63 (nol koma enam puluh tiga) milyar rupiah/tahun atau 1,798 rupiah/box. Sehingga total biaya emisi solar HSD adalah 1.98 (satu koma sembilan puluh delapan) milyar rupiah/tahun dan *unit cost* sebesar 5,653 rupiah/box. Untuk perhitungan detailnya dapat dilihat pada lampiran.

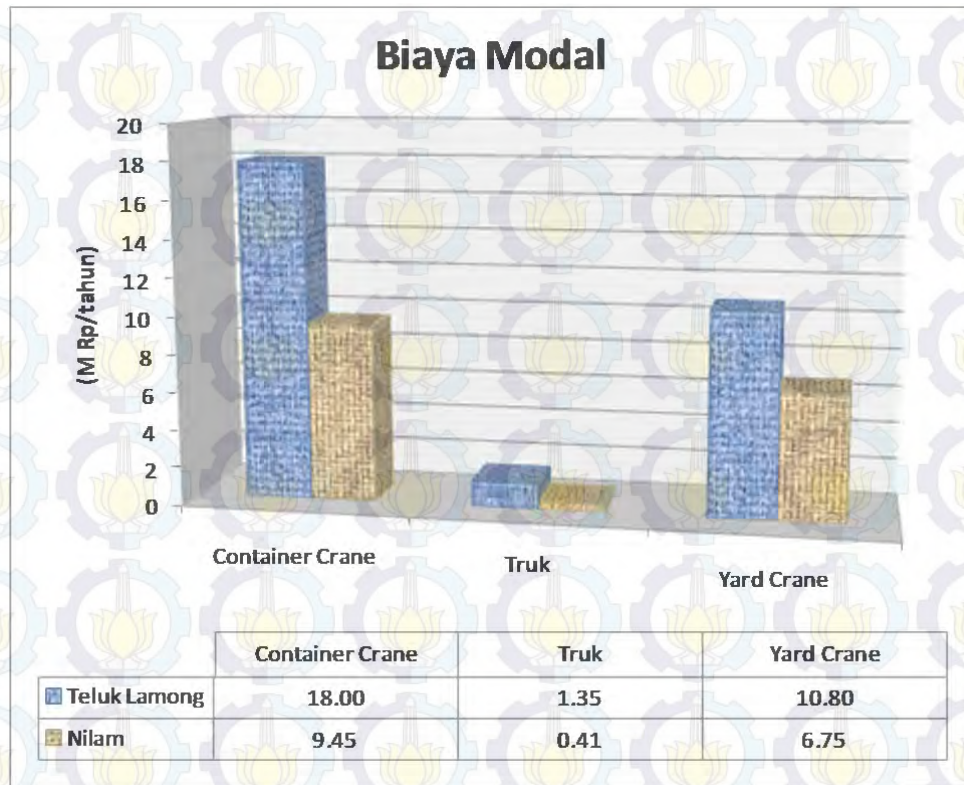
## 5.6 Perbandingan Biaya Pelabuhan dan Eksternalitas

Perbandingan biaya pelabuhan dan eksternalitas dilakukan untuk mengetahui perbedaannya yang lebih terperinci, sehingga dapat diketahui komponen mana yang bernilai lebih besar dan/atau bernilai lebih kecil. Pada perbandingan biaya pelabuhan meliputi investasi, biaya operasional, biaya perawatan dan total biaya pelabuhan. Sedangkan untuk perbandingan eksternalitas meliputi biaya emisi CO<sub>2</sub>, biaya emisi NO<sub>x</sub>, biaya emisi SO<sub>x</sub> dan total biaya emisi. Selain itu juga perbandingan total *unit cost* dari biaya pelabuhan dan eksternalitas. Berikut penjelasan dan grafik perbandingannya.

### 5.7.1 Perbandingan Biaya Modal

Pada gambar V.1 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya modal ketiga alat yang ada di *Green Port* (Teluk Lamong) dan *Non-Green Port* (Nilam) yang mana menunjukkan bahwa nilai biaya modal peralatan bongkar muat dan fasilitas di *Green Port* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang ada di *Non-Green Port*. Biaya modal di *Green Port* sebesar 30.15 milyar rupiah/tahun dan biaya modal di *Non-Green Port* sebesar 17 milyar rupiah/tahun.



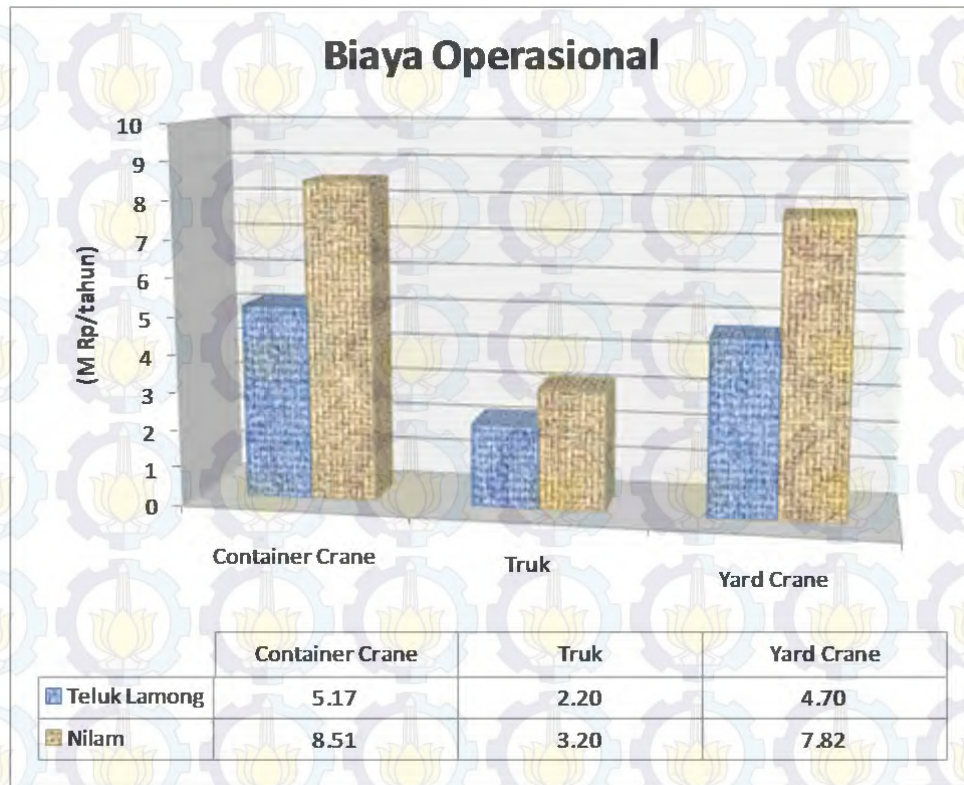


**Gambar V.1. Grafik Perbandingan Biaya Modal**

#### 5.7.2 Perbandingan Biaya Operasional

Pada gambar V.2 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya operasional ketiga alat yang ada di *Green Port* (Teluk Lamong) dan *Non-Green Port* (Nilam) yang mana menunjukkan bahwa biaya operasional peralatan bongkar muat dan fasilitas di *Green Port* lebih murah dibandingkan dengan biaya operasional di *Non-Green Port*. Biaya operasional di *Green Port* sebesar 12.08 milyar rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan biaya operasional di *Non-Green Port* sebesar 20 milyar rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.



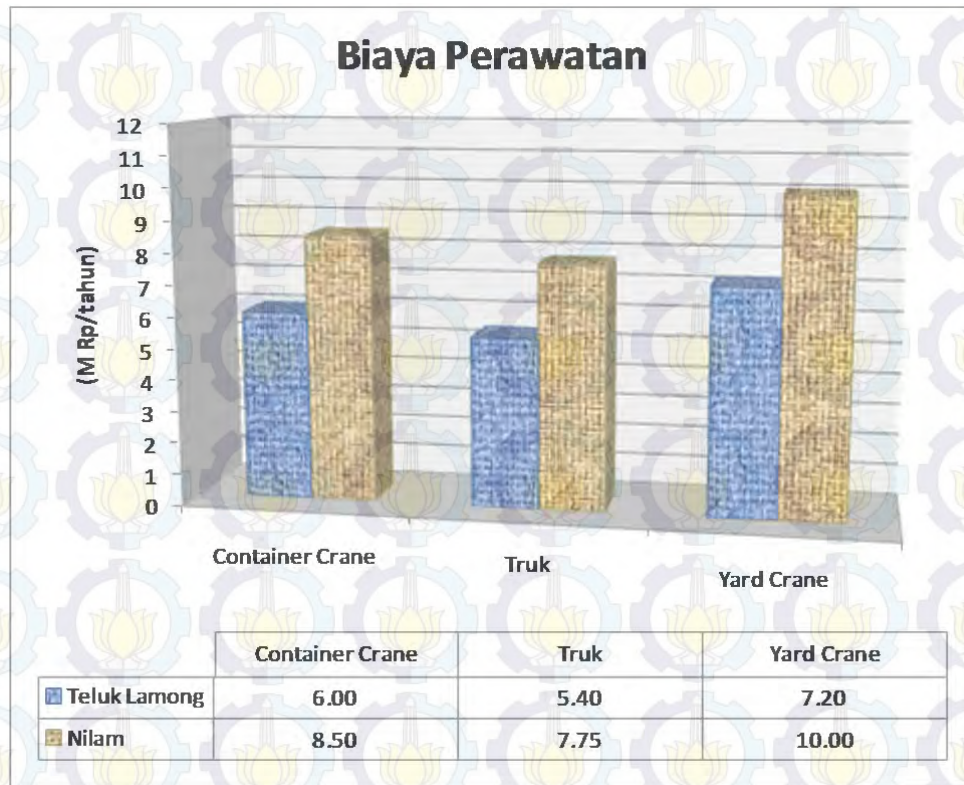


**Gambar V.2. Grafik Perbandingan Biaya Operasional**

### 5.7.3 Perbandingan Biaya Perawatan

Pada gambar V.3 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya perawatan ketiga alat yang ada di *Green Port* (Teluk Lamong) dan *Non-Green Port* (Nilam) yang mana menunjukkan bahwa biaya perawatan peralatan bongkar muat dan fasilitas di *Green Port* lebih rendah dibandingkan dengan biaya perawatan di *Non-Green Port*. Biaya perawatan di *Green Port* sebesar 18.60 milyar rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan biaya perawatan di *Non-Green Port* sebesar 27 milyar rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.



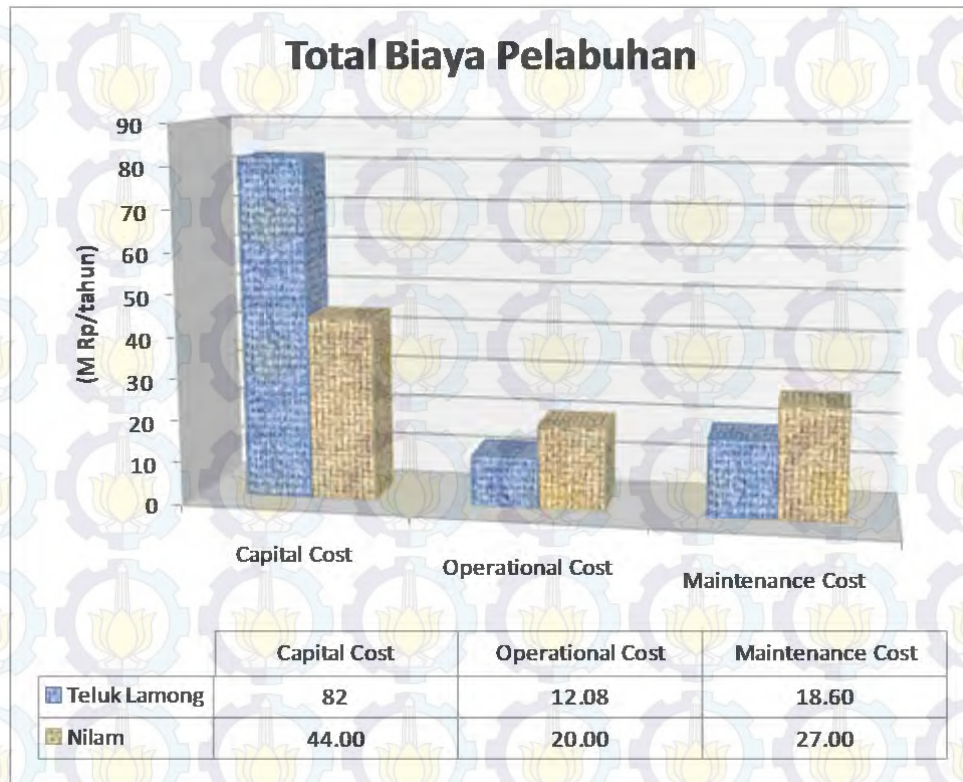


**Gambar V.3. Grafik Perbandingan Biaya Perawatan**

#### 5.7.4 Perbandingan Total Biaya Pelabuhan

Pada gambar V.4 di bawah ini dapat dilihat perbandingan total biaya pelabuhan dari ketiga alat yang ada di *Green Port* (Teluk Lamong) dan *Non-Green Port* (Nilam). Dari 3 grafik sebelumnya (biaya modal, biaya operasional dan biaya perawatan) menunjukkan bahwa *Green Port* memberikan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan *Non-Green Port*. Sehingga, total biaya pelabuhan di *Green Port* menjadi lebih rendah dibandingkan dengan total biaya pelabuhan yang ada di *Non-Green Port*. Total biaya pelabuhan di *Green Port* sebesar 30.68 milyar rupiah/tahun, sedangkan total biaya pelabuhan di *Non-Green Port* sebesar 45.77 milyar rupiah/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat bongkar muat dan fasilitas ramah lingkungan yang diterapkan pada *Green Port* memberikan biaya pelabuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan alat bongkar muat dan fasilitas yang menggunakan mesin diesel yang ada di *Non-Green Port*.



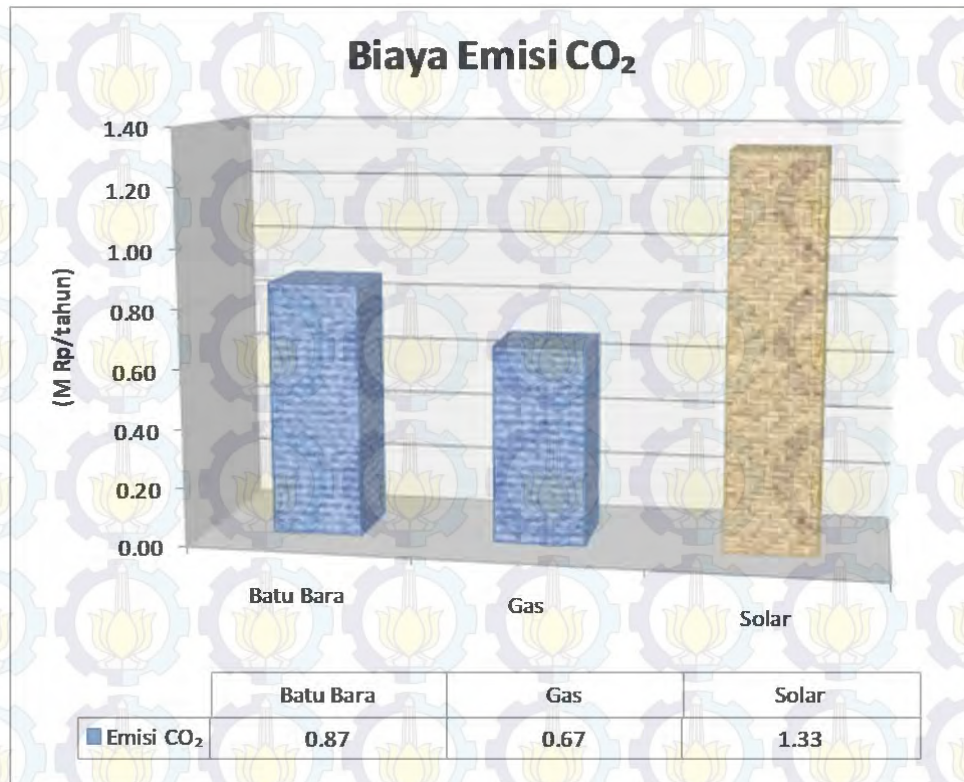


**Gambar V.4. Grafik Perbandingan Total Biaya Pelabuan**

#### 5.7.5 Perbandingan Biaya Emisi CO<sub>2</sub>

Pada gambar V.5 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya emisi CO<sub>2</sub> di *Green Port* (pembangkit listrik berupa batu bara atau gas) lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan solar HSD di *Non-Green Port*. Biaya emisi CO<sub>2</sub> di *Green Port* dengan pembangkit listrik berupa batu bara sebesar 870 juta rupiah/tahun dan dengan pembangkit listrik berupa gas sebesar 670 juta rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan biaya emisi CO<sub>2</sub> di *Non-Green Port* sebesar 1.33 milyar rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.





**Gambar V.5. Grafik Perbandingan Biaya Emisi CO<sub>2</sub>**

#### 5.7.6 Perbandingan Biaya Emisi NO<sub>x</sub>

Pada gambar V.6 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya emisi NO<sub>x</sub> di *Green Port* (pembangkit listrik berupa batu bara atau gas) lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan solar HSD di *Non-Green Port*. Biaya emisi NO<sub>x</sub> di *Green Port* dengan pembangkit listrik berupa batu bara dan gas memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 40 juta rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan biaya emisi NO<sub>x</sub> di *Non-Green Port* sebesar 20 juta rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.



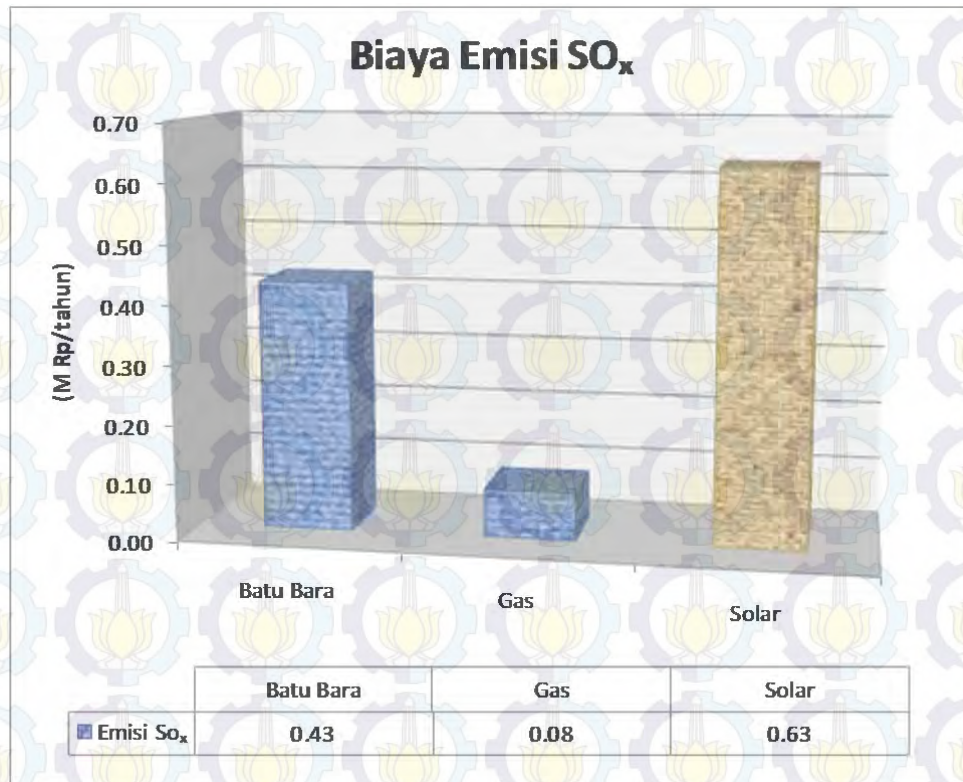


**Gambar V.6. Grafik Perbandingan Biaya Emisi NO<sub>x</sub>**

#### 5.7.7 Perbandingan Biaya Emisi SO<sub>x</sub>

Pada gambar V.7 di bawah ini dapat dilihat perbandingan biaya emisi SO<sub>x</sub> di *Green Port* (pembangkit listrik berupa batu bara atau gas) lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan solar HSD di *Non-Green Port*. Biaya emisi SO<sub>x</sub> di *Green Port* dengan pembangkit listrik berupa batu bara sebesar 430 juta rupiah/tahun dan dengan pembangkit listrik berupa gas sebesar 80 juta rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan biaya emisi SO<sub>x</sub> di *Non-Green Port* sebesar 63 juta rupiah/tahun, dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.



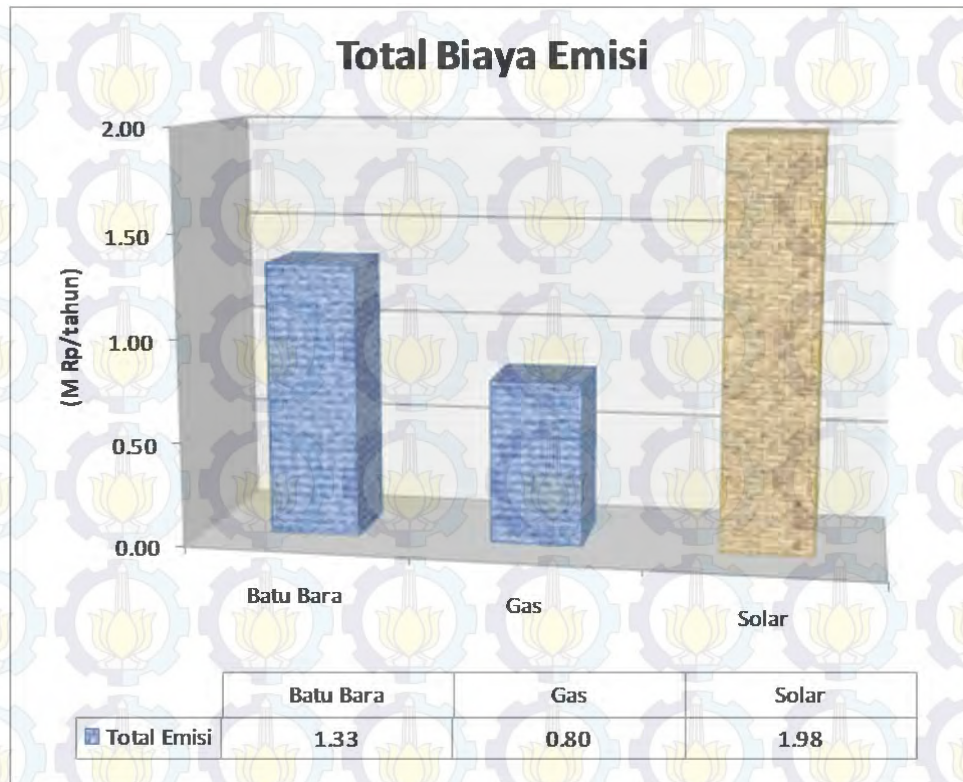


**Gambar V.7. Grafik Perbandingan Biaya Emisi SO<sub>x</sub>**

#### 5.7.8 Perbandingan Total Biaya Emisi

Pada gambar V.8 di bawah ini dapat dilihat perbandingan total biaya ketiga emisi yang dihasilkan di *Green Port* (batu bara atau gas) dan *Non-Green Port* (solar HSD). Dari 3 grafik sebelumnya (biaya emisi CO<sub>2</sub>, biaya emisi NO<sub>x</sub> dan biaya emisi SO<sub>x</sub>) menunjukkan bahwa *Green Port* memberikan biaya emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan *Non-Green Port*. Sehingga, total biaya emisi di *Green Port* menjadi lebih rendah dibandingkan dengan total biaya pelabuhan yang ada di *Non-Green Port*. Total biaya emisi di *Green Port* dengan pembangkit listrik dengan batu bara sebesar 1.33 milyar rupiah/tahun, sedangkan dengan pembangkit listrik dengan gas sebesar 800 juta rupiah/tahun dan biaya emisi penggunaan solar HSD di *Non-Green Port* sebesar 1.98 milyar rupiah/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat bongkar muat dan fasilitas ramah lingkungan yang diterapkan pada *Green Port* memberikan biaya emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan alat bongkar muat dan fasilitas yang menggunakan mesin diesel yang ada di *Non-Green Port*.



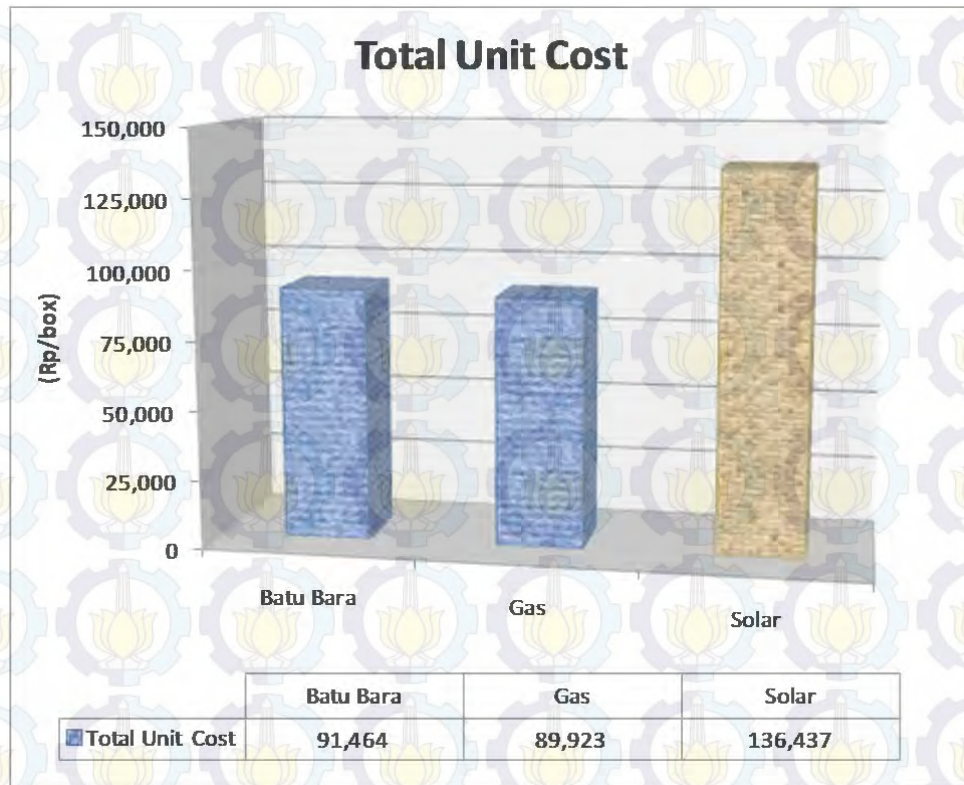


**Gambar V.8. Grafik Perbandingan Total Biaya Emisi**

#### 5.7.9 Perbandingan Total *Unit Cost*

Total *unit cost* merupakan total biaya pelabuan dan eksternalitas dibagi dengan *throughput* petikemas. Dari hasil tersebut, maka dapat diketahui total *unit cost* di *Green Port* (pembangkit listrik dengan batu bara atau gas) dan di *Non-Green Port* (solar HSD). Pada gambar V.9 di bawah ini dapat diketahui bahwa total *unit cost* di *Green Port* lebih rendah dibandingkan dengan total *unit cost* di *Non-Green Port*. Dari gambar di bawah bisa dilihat hasil total *unit cost* di *Green Port* dengan pembangkit listrik dengan batu bara sebesar 91,464 rupiah/box, sedangkan pembangkit listrik dengan gas sebesar 89,923 rupiah/box dan penggunaan solar HSD di *Non-Green Port* sebesar 136,437 rupiah/box petikemas.





Gambar V.9. Grafik Perbandingan Total *Unit Cost*



## BAB VI ANALISIS DAN PEMBAHASAN

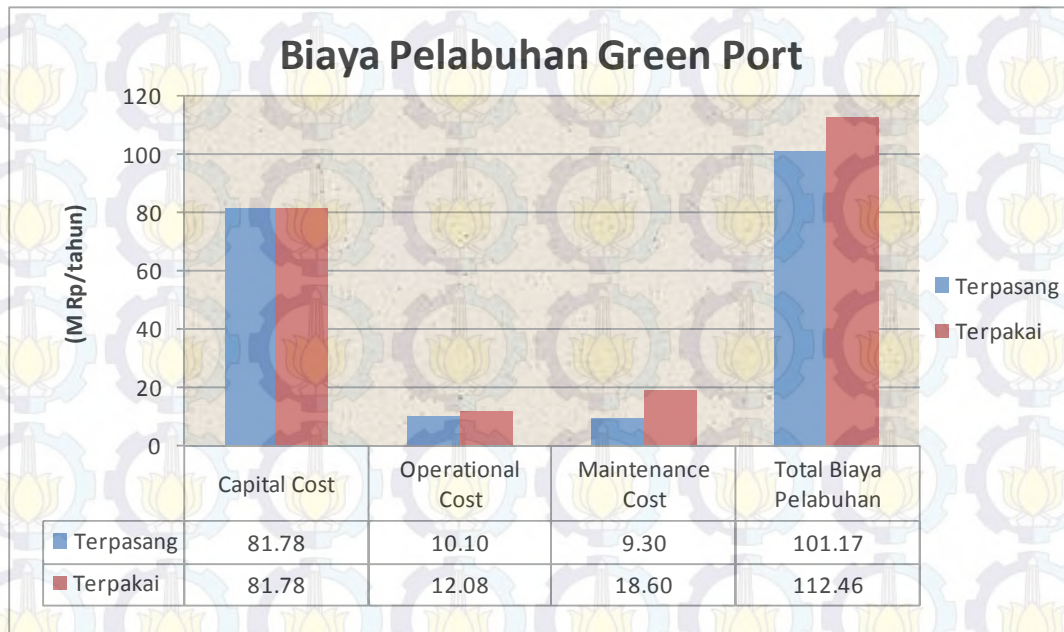
### 6.1 Analisis Produktivitas

Pada analisis dilakukan perbandingan perhitungan antara kecepatan bongkar muat terpasang dengan kecepatan bongkar muat terpakai. Berdasarkan produktivitas di Terminal Nilam (*Non-Green Port*), didapatkan kecepatan bongkar muat terpakai sebesar 22 box/jam, yang mana kecepatan bongkar muat terpasang adalah 35 box/jam, sehingga utilitas alat bongkar muat hanya sebesar 63%. Jika utilitas di *Green Port* sama dengan di *Non-Green Port*, maka kecepatan bongkar muat terpakai di *Green Port* sebesar 25 box/jam, sedangkan kecepatan bongkar muat terpasang adalah 39 box/jam. Dengan adanya selisih antara kecepatan bongkar muat terpasang dengan kecepatan bongkar muat terpakai, maka hal ini juga akan mempengaruhi biaya pelabuhan dan eksternalitas di *Green Port* dan di *Non-Green Port*. Berikut merupakan hasil analisisnya.

#### 6.1.1 Biaya Pelabuhan

Pada biaya pelabuhan *Green Port* terjadi kenaikan pada biaya operasional sebanyak 1.98 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Selain itu, biaya perawatan juga mengalami kenaikan sebesar 9.30 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Sehingga total biaya pelabuhan terpakai menjadi 1.20 kali lebih besar dibandingkan dengan total biaya pelabuhan terpasang, yang mana terdapat selisih 11.28 milyar rupiah/tahun. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.1 di bawah ini.

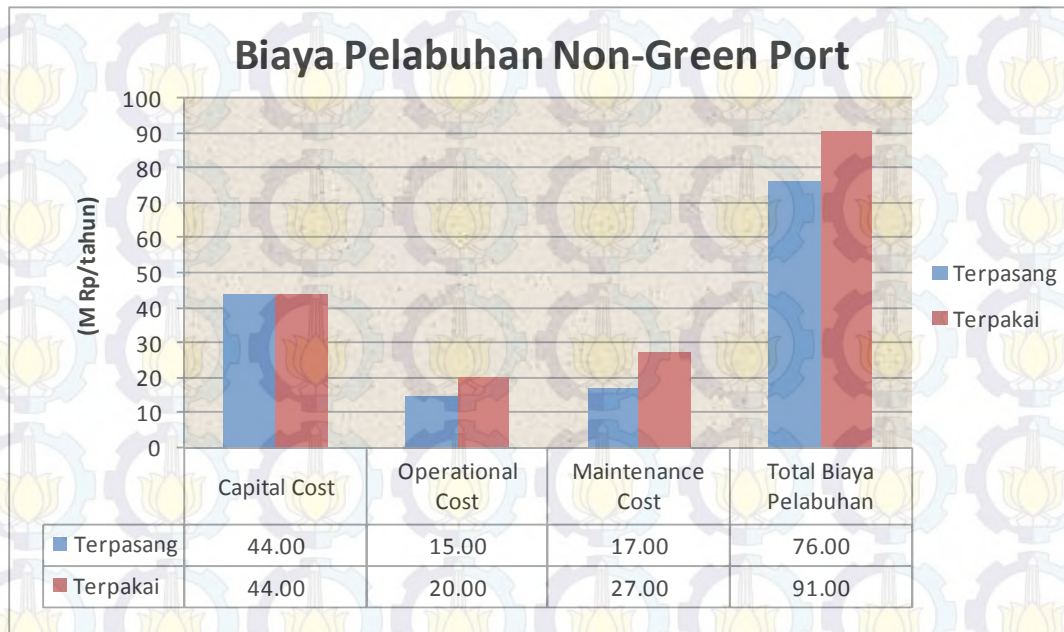




**Gambar VI.1. Grafik Perbandingan Biaya Pelabuhan *Green Port* Terpasang dan Terpakai**

Pada biaya pelabuhan *Non-Green Port* terjadi kenaikan pada biaya operasional sebanyak 5 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Selain itu, biaya perawatan juga mengalami kenaikan sebesar 10 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Sehingga total biaya pelabuhan terpakai menjadi 1.33 kali lebih besar dibandingkan dengan total biaya pelabuhan terpasang, yang mana terdapat selisih 15 milyar rupiah/tahun. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.2 di bawah ini.



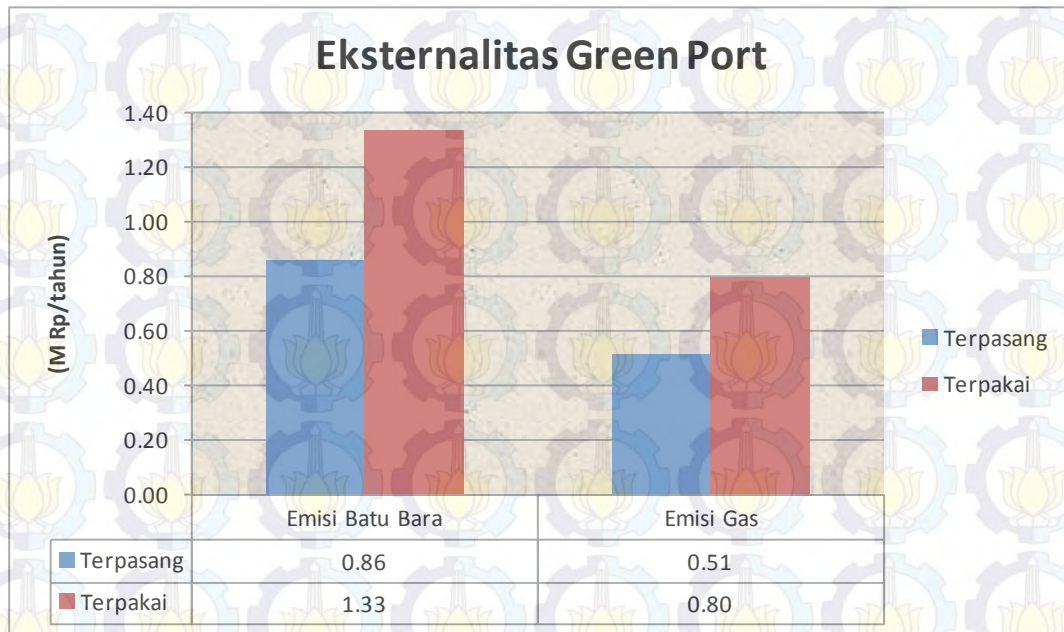


**Gambar VI.2. Grafik Perbandingan Biaya Pelabuhan *Non-Green Port* Terpasang dan Terpakai**

#### 6.1.2 Eksternalitas

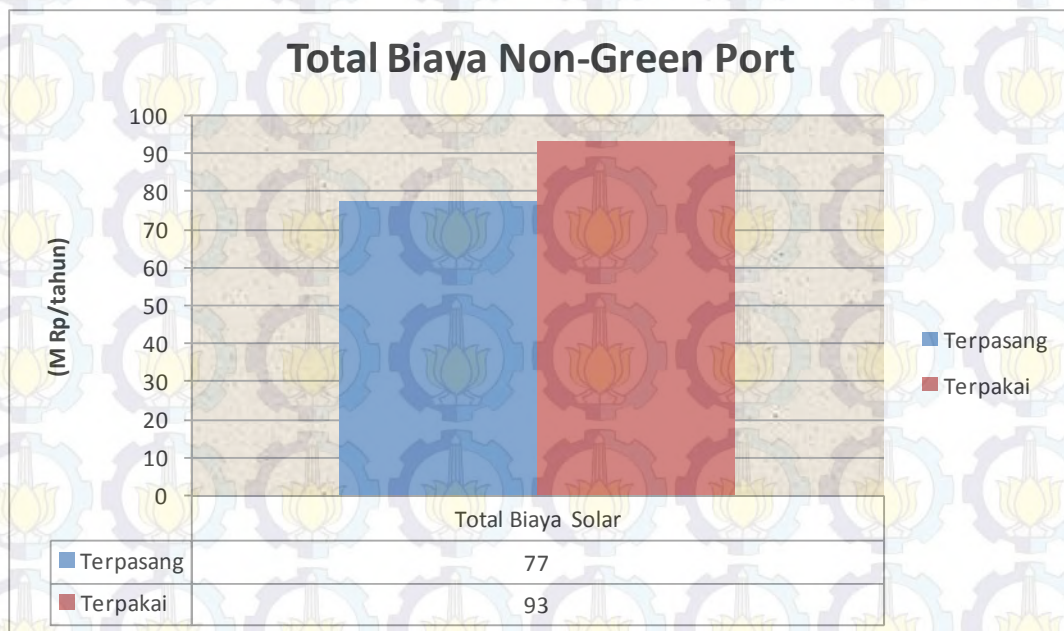
Pada eksternalitas *Green Port* terjadi kenaikan pada biaya atas emisi batu bara sebesar 480 juta rupiah/tahun, sedangkan pada biaya emisi gas sebesar 290 juta rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Sehingga total biaya emisi terpakai menjadi 1.56 kali lebih besar dibandingkan dengan total biaya emisi terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.3 di bawah ini.





**Gambar VI.3. Grafik Perbandingan Eksternalitas *Green Port* Terpasang dan Terpakai**

Pada eksternalitas *Non-Green Port* terjadi kenaikan pada biaya emisi solar HSD sebesar 730 juta rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Sehingga total biaya emisi terpakai menjadi 1.59 kali lebih besar dibandingkan dengan total biaya emisi terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.4 di bawah ini.

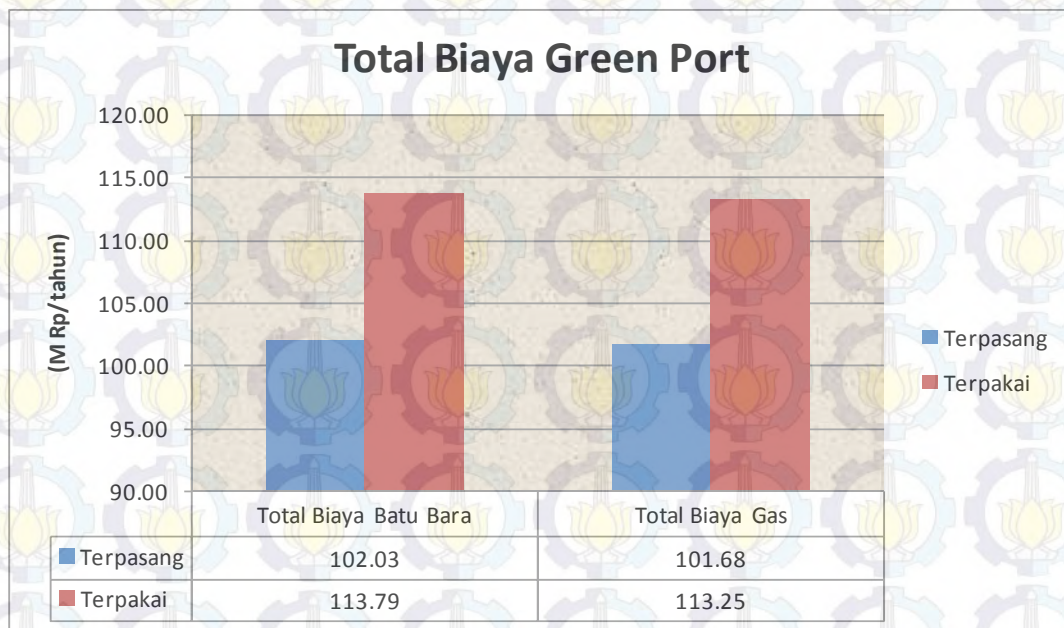


**Gambar VI.4. Grafik Perbandingan Eksternalitas *Non-Green Port* Terpasang dan Terpakai**



### 6.1.3 Total Biaya

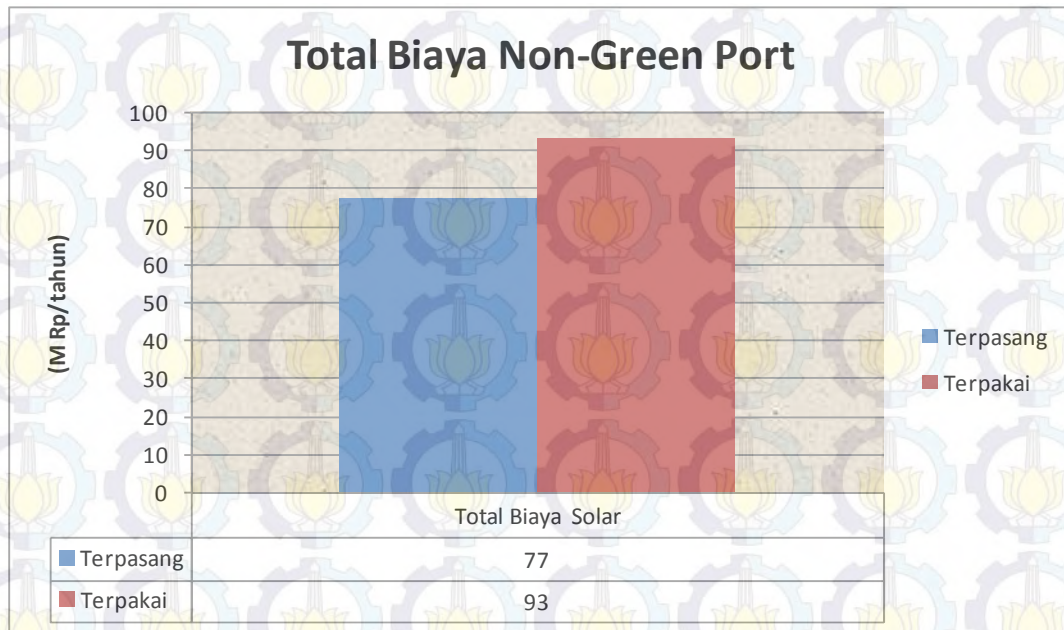
Pada total biaya *Green Port* yang mana merupakan total biaya pelabuhan dengan biaya emisi batu bara dan total biaya pelabuhan dengan biaya emisi gas. Total biaya emisi batu bara terjadi kenaikan 11.76 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang, sedangkan total biaya emisi gas terjadi kenaikan 11.57 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.5 di bawah ini.



**Gambar VI.5. Grafik Perbandingan Total Biaya *Green Port* Terpasang dan Terpakai**

Pada total biaya *Non-Green Port* yang mana merupakan total biaya pelabuhan dengan biaya emisi solar HSD juga mengalami kenaikan, yaitu sebesar 15.73 milyar rupiah/tahun antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.6 di bawah ini.



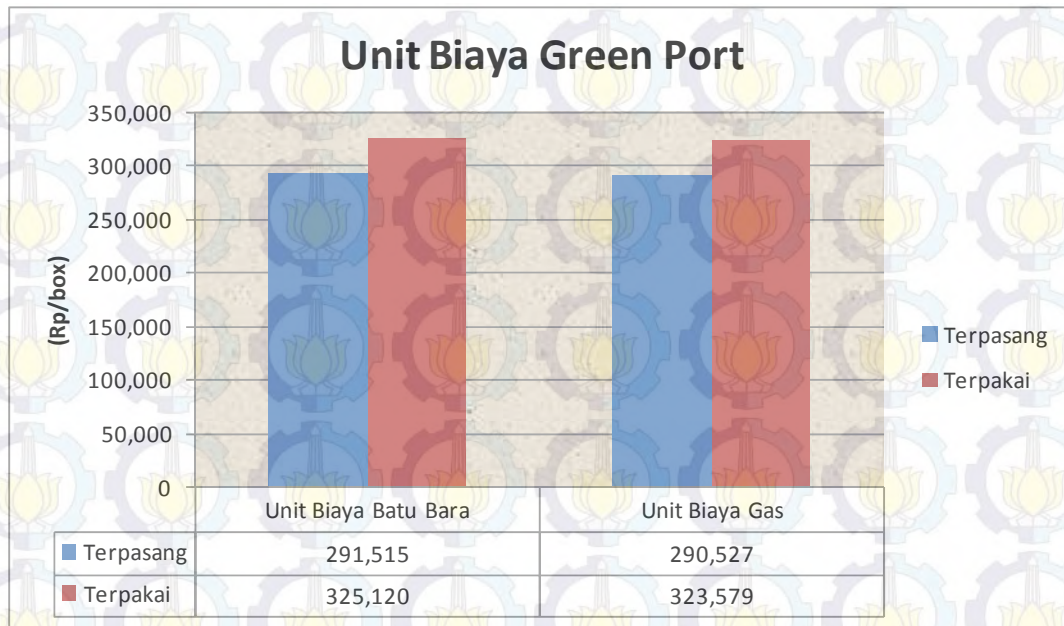


**Gambar VI.6. Grafik Perbandingan Total Biaya *Non-Green Port* Terpasang dan Terpakai**

#### 6.1.4 Unit Biaya

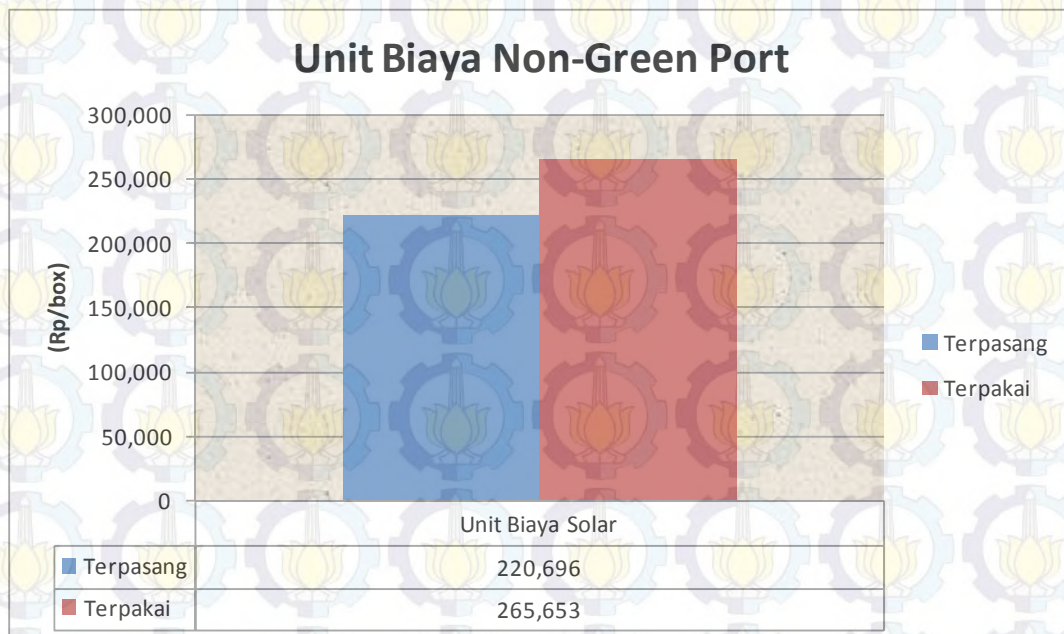
Pada unit biaya *Green Port* yang mana merupakan unit biaya batu bara dan unit biaya gas juga mengalami kenaikan, unit biaya batu bara terjadi kenaikan 33,605 rupiah/box antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang, sedangkan unit biaya gas terjadi kenaikan 33,051 rupiah/box antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.7 di bawah ini.





**Gambar VI.7. Grafik Perbandingan Unit Biaya *Green Port* Terpasang dan Terpakai**

Pada unit biaya *Non-Green Port* yang mana merupakan unit biaya solar HSD juga mengalami kenaikan sebesar 44,957 rupiah/box antara kecepatan bongkar muat terpakai dan terpasang. Grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.8 di bawah ini.

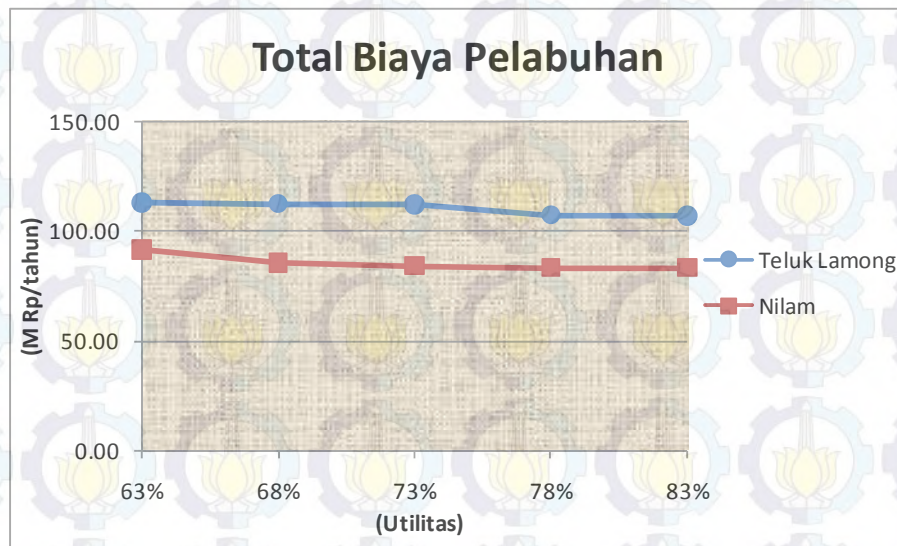


**Gambar VI.8. Grafik Perbandingan Unit Biaya *Non-Green Port* Terpasang dan Terpakai**



### 6.1.5 Sensitivitas Utilitas Alat

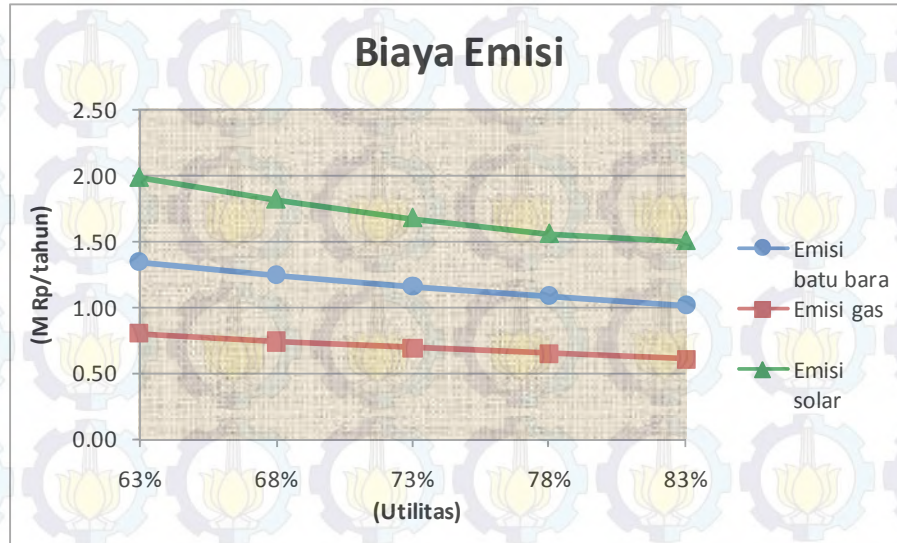
Pada bahasan ini dilakukan penambahan utilitas alat sebesar 5%, yaitu 63%, 68%, 73%, 78% dan 83% dari kecepatan bongkar muat terpasang. Dengan semakin bertambahnya utilitas alat, maka kecepatan bongkar muat akan semakin cepat, sehingga waktu operasi juga semakin cepat. Hal tersebut mempengaruhi biaya pelabuhan, yang mana juga akan semakin menurun, disaat waktu operasi menjadi semakin cepat, baik di Teluk Lamong (*Green Port*) maupun di Terminal Nilam (*Non-Green Port*). Berikut grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.9 di bawah ini.



Gambar VI.9. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Total Biaya Pelabuhan

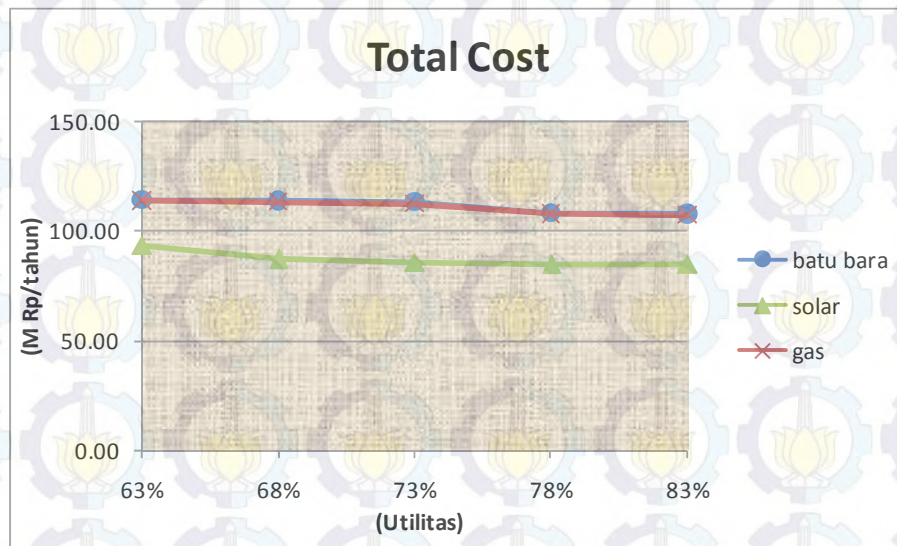
Selain biaya pelabuhan, semakin bertambahnya utilitas alat juga mempengaruhi eksternalitas, baik di *Green Port* maupun di *Non-Green Port*. Eksternalitas tersebut berupa biaya emisi yang dihasilkan dari penggunaan alat bongkar muat. Di *Green Port* berupa batu bara dan gas, sedangkan *Non-Green Port* berupa solar HSD. Pada gambar VI.10 di bawah ini menunjukkan bahwa biaya emisi semakin menurun dengan semakin bertambah besarnya utilitas alat.





**Gambar VI.10. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Biaya Emisi**

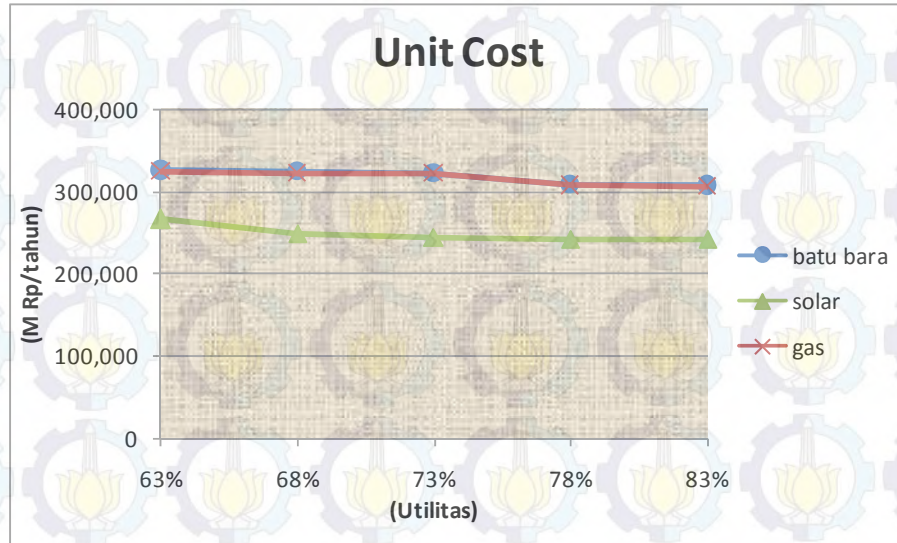
Dengan semakin menurunnya biaya pelabuhan dan eksternalitas, maka biaya total (*total cost*) juga semakin menurun saat utilitas alat semakin besar, baik di *Green Port* (batu bara dan gas) maupun di *Non-Green Port* (solar HSD). Berikut grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.11 di bawah ini.



**Gambar VI.11. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Total Cost**

Dengan semakin menurunnya biaya total (*total cost*), maka *unit cost* juga semakin menurun saat utilitas alat semakin besar, baik di *Green Port* (batu bara dan gas) maupun di *Non-Green Port* (solar HSD). Berikut grafiknya dapat dilihat pada gambar VI.12 di bawah ini.





**Gambar VI.12. Grafik Sensitivitas Utilitas Alat terhadap Unit Cost**

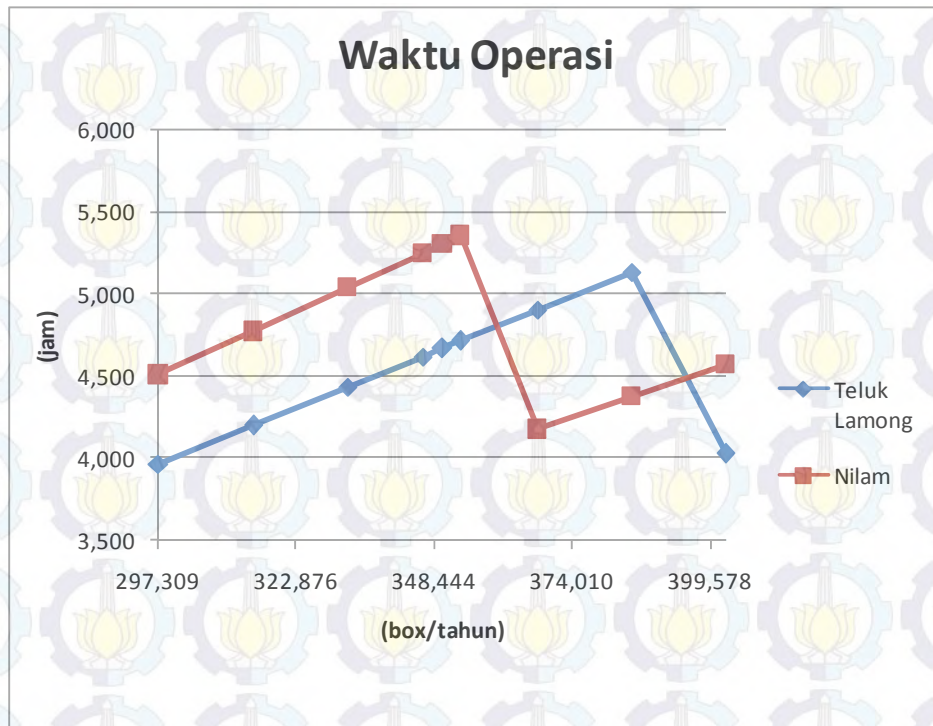
## 6.2 Analisis Sensitivitas

Pada analisis ini dilakukan penambahan dan pengurangan *throughput* petikemas, sehingga dapat diketahui sensitivitas pada biaya pelabuhan dan eksternalitas di *Green Port* dan *Non-Green Port*. Penambahan *throughput* petikemas sebesar 1%, 5%, 10% dan 15%, atau sebesar 353,500 box/tahun, 367,500 box/tahun, 385,000 box/tahun dan 402,500 box/tahun. Sedangkan pengurangannya sebesar 1%, 5%, 10% dan 15%, atau sebesar 346,500 box/tahun, 332,500 box/tahun, 315,000 box/tahun dan 297,500 box/tahun. Berikut merupakan hasil analisisnya.

### 6.2.1 Waktu Operasi

Pada saat dilakukan penambahan dan pengurangan *throughput* petikemas, yang mana *throughput* semula sebesar 350,000 box/tahun, maka waktu operasi merupakan komponen yang mengikuti perubahan *throughput* petikemas, baik penambahan maupun pengurangan. Perubahan tersebut dapat dilihat pada gambar VI.13 di bawah ini.





**Gambar VI.13. Grafik Sensitivitas terhadap Waktu Operasi**

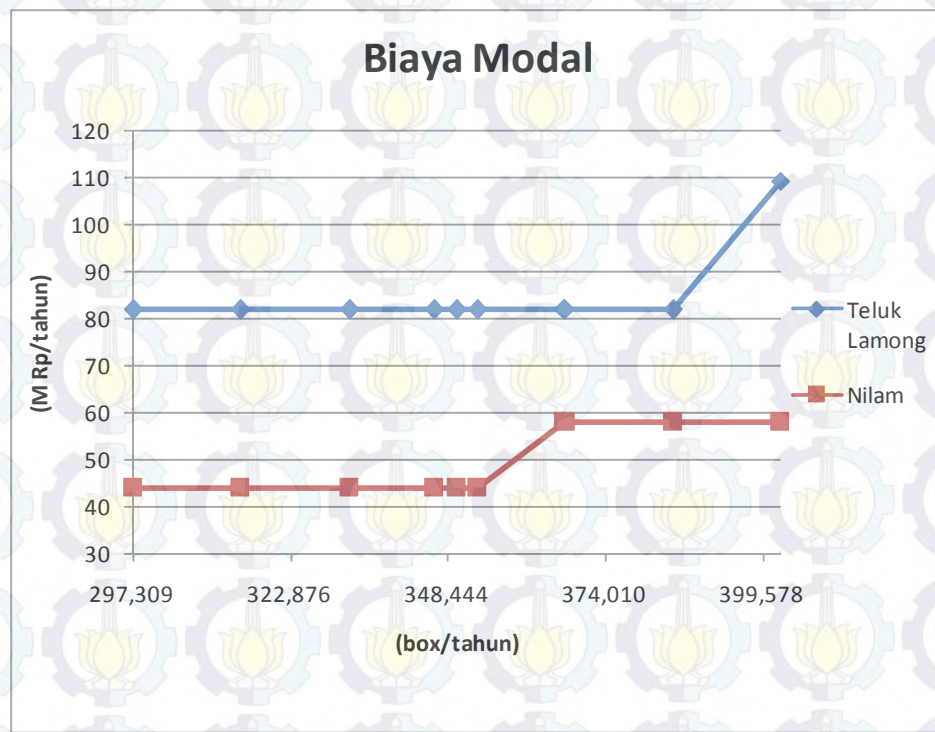
Pada saat *throughput* petikemas mengalami penambahan, maka waktu operasi di *Green Port* (Teluk Lamong) maupun di *Non-Green Port* (Nilam) juga mengalami penambahan waktu operasi. Pada saat penambahan *throughput* sebesar 15% pada waktu operasi di *Green Port* terjadi penurunan, karena pada saat itu terjadi penambahan alat untuk mengangani *throughput* yang meningkat sehingga waktu operasinya menurun. Sedangkan saat penambahan *throughput* sebesar 5% pada waktu operasi di *Non-Green Port* terjadi penurunan, karena pada saat itu terjadi penambahan alat untuk mengangani *throughput* yang meningkat sehingga waktu operasinya menurun, lalu meningkat lagi. Sedangkan pada saat penurunan *throughput* petikemas, waktu operasi juga mengalami penurunan, baik di *Green Port* maupun di *Non-Green Port*.

#### 6.2.2 Biaya Modal

Pada saat dilakukan penambahan dan pengurangan *throughput* petikemas, terjadi perubahan pada nilai biaya modal baik di *Green Port* maupun di *Non-Green Port*. Hal tersebut dipengaruhi oleh perubahan waktu operasi di *Green Port* saat terjadi penambahan *throughput* 15% dan pada *Non-Green Port* pada saat penambahan *throughput* 5%. Jadi, pada saat terjadi penambahan *throughput* 15% terjadi penambahan pada biaya modal dan



pada *Non-Green Port* pada saat penambahan *throughput* 5% juga terjadi penambahan biaya modal. Berikut hasilnya dapat dilihat pada grafik VI.14 di bawah ini.

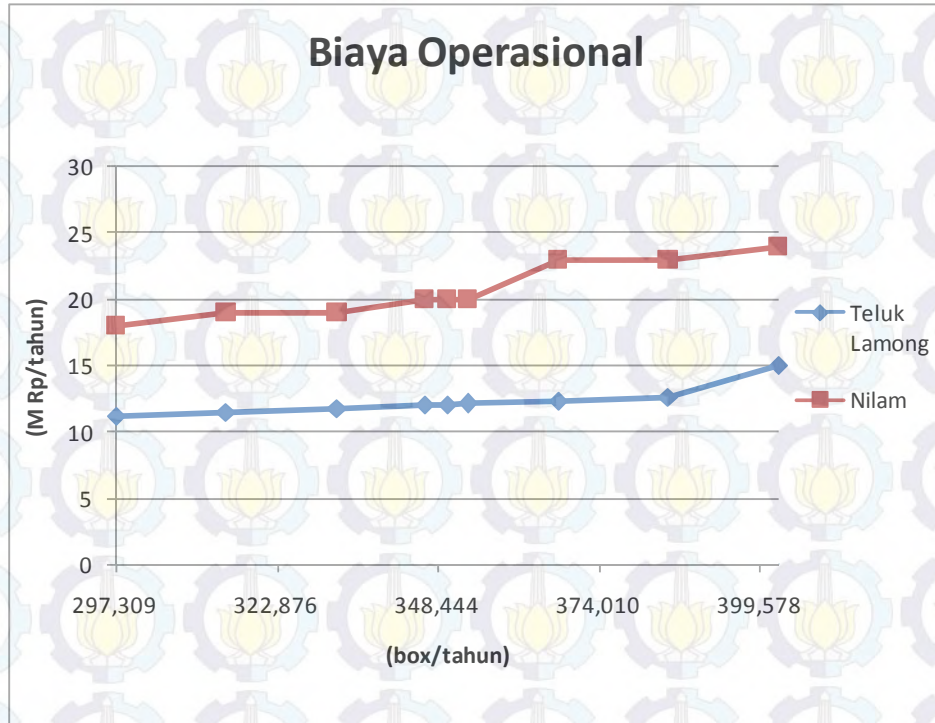


**Gambar VI.14. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Modal**

### 6.2.3 Biaya Operasional

Pada saat dilakukan penambahan dan pengurangan *throughput* petikemas, terjadi perubahan pada biaya operasional di *Green Port* dan di *Non-Green Port* juga, karena perhitungan biaya operasional dipengaruhi oleh waktu operasi sehingga jika terjadi pertambahan dan pengurangan waktu operasi, maka biaya operasional juga akan mengalami pertambahan dan pengurangan. Sensitivitas pada perubahan biaya operasional dapat dilihat pada grafik VI.15 di bawah ini.



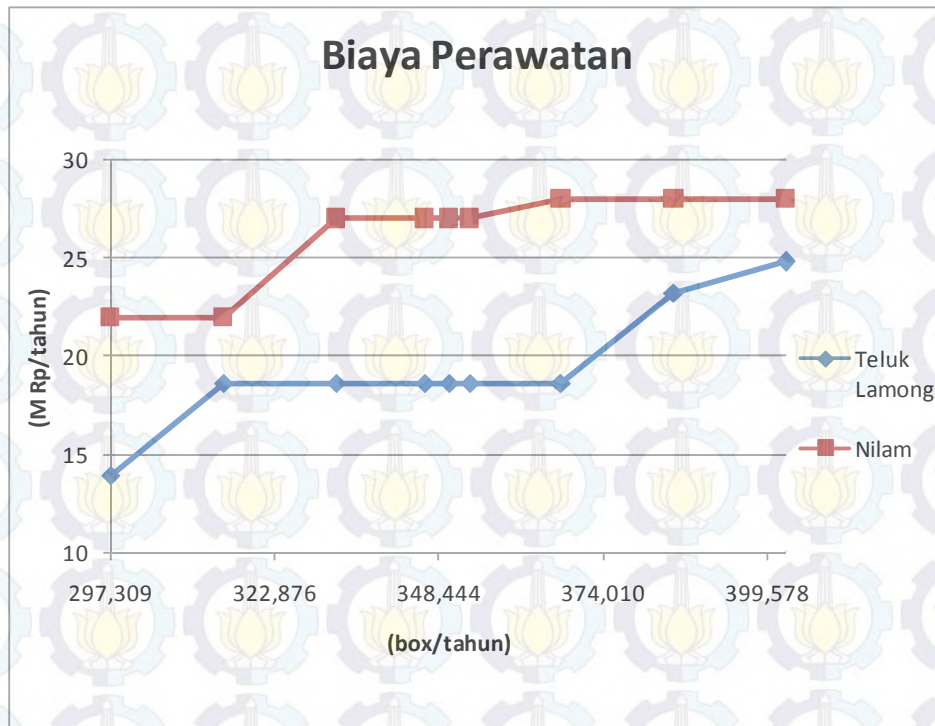


**Gambar VI.15. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Operasional**

#### 6.2.4 Biaya Perawatan

Biaya perawatan di *Green Port* terjadi perubahan pada saat penambahan *throughput* petikemas sebesar 5% dan 10%, selain itu juga terjadi perubahan saat penurunan *throughput* petikemas 15%. Sedangkan untuk *Non-Green Port* terjadi perubahan biaya perawatan pada saat *throughput* petikemas mengalami penambahan 5% dan pada saat penurunan *throughput* sebesar 5%, selain itu nilainya tetap konstan. Hal tersebut terjadi karena biaya perawatan terhitung saat waktu operasi mencapai 1,000 jam, sehingga biaya perawatan akan mengalami perubahan saat waktu operasi merupakan kelipatan dari 1,000. Berikut grafik sensitivitas terhadap biaya perawatan dapat dilihat hasilnya pada gambar VI.16 di bawah ini.



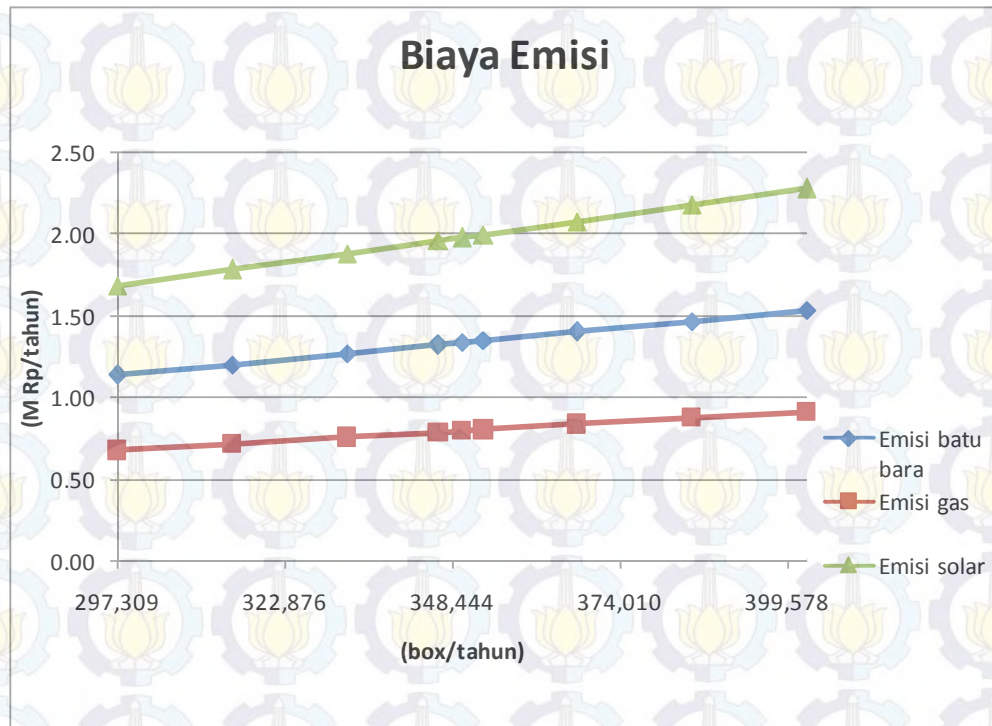


**Gambar VI.16. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Perawatan**

#### 6.2.5 Biaya Emisi

Pada saat *throughput* petikemas mengalami penambahan, maka biaya emisi di *Green Port* maupun di *Non-Green Port* juga mengalami penambahan biaya emisi. Sedangkan pada saat penurunan *throughput* petikemas, biaya emisi juga mengalami penurunan baik di *Green Port* maupun di *Non-Green Port*. Hal tersebut terjadi karena komponen dari biaya emisi salah satunya adalah konsumsi energi, yang mana konsumsi energi tersebut bergantung pada waktu operasi yang digunakan. Oleh karena itu, pada saat waktu operasi sensitif terhadap perubahan *throughput* petikemas, maka biaya emisi juga menjadi sensitif terhadap perubahan *throughput* petikemas, baik penambahan maupun pengurangan. Hal ini menunjukkan bahwa biaya emisi sangat sensitif terhadap perubahan (penambahan maupun pengurangan) *throughput* petikemas. Grafik sensitivitas terhadap perubahan biaya emisi dapat dilihat pada gambar VI.17 di bawah ini.





Gambar VI.17. Grafik Sensitivitas terhadap Biaya Emisi

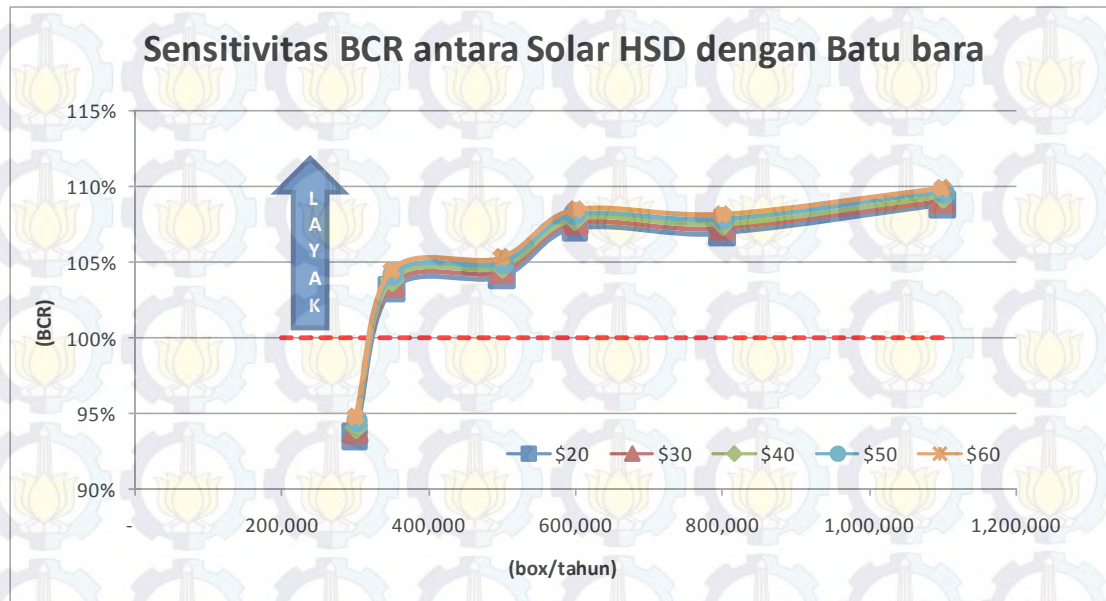
### 6.3 Sensitivitas BCR (*Benefit Cost Ratio*)

Pada analisis ini dilakukan sensitivitas BCR terhadap perubahan *throughput* dan pajak pengganti atas emisi yang dihasilkan, sehingga dapat diketahui pada *throughput* dan pajak berapa nilai BCR lebih dari 1. Perubahan *throughput* nya sebesar 300,000 box/tahun, 350,000 box/tahun, 500,000 box/tahun, 600,000 box/tahun, 800,000 box/tahun dan 1,100,000 box/tahun. Sedangkan perubahan pajak pengganti emisi adalah \$20, \$30, \$40, \$50 dan \$60. Berikut merupakan hasil analisisnya.

#### 6.3.1 Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Batu bara

Pada analisis sensitivitas BCR ini dilakukan perbandingan *benefit* (biaya emisi) dengan total biaya antara penggunaan energi berupa solar HSD dengan batu bara. Perhitungan ini dilakukan pada tenor selama 15 tahun, lalu dilakukan perubahan *throughput* dan pajak pengganti atas emisi. Jika hasil *ratio* lebih dari 100%, maka *Green Port* layak diaplikasikan. Pada gambar grafik VI.18 di bawah ini dapat dilihat bahwa pajak pengganti atas emisi dikatakan layak saat nilainya \$30/ton emisi yang dihasilkan dengan *throughput* lebih besar sama dengan 350,000 box/tahun. Pada grafik terjadi peningkatan dikarenakan terjadi penambahan alat untuk menangani *throughput* yang bertambah.



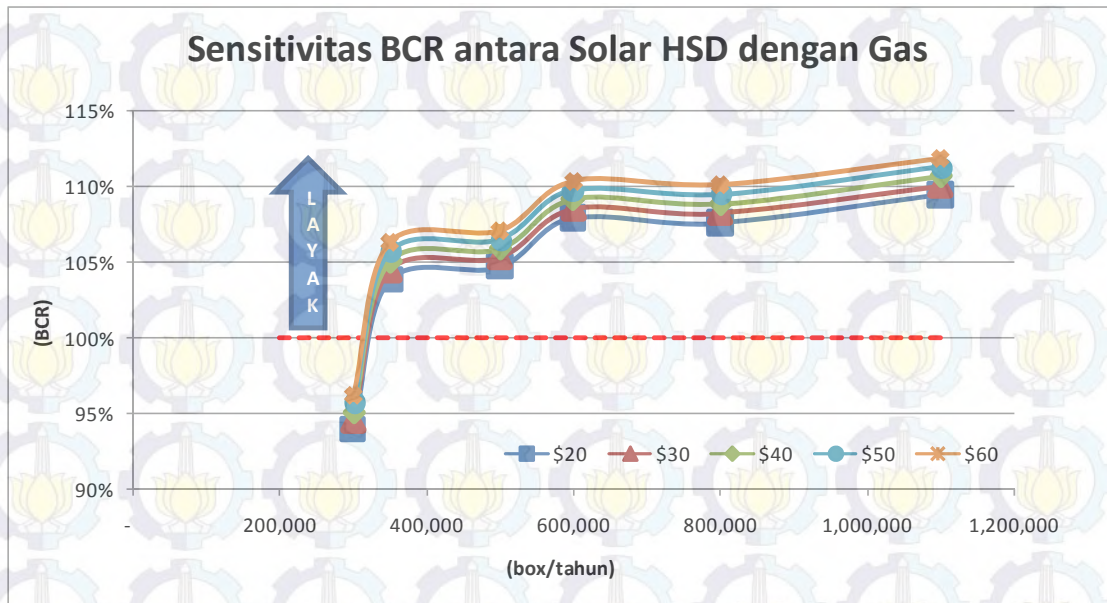


**Gambar VI.18. Grafik Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Batu bara**

### 6.3.2 Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Gas

Pada analisis sensitivitas BCR ini dilakukan perbandingan *benefit* (biaya emisi) dengan total biaya antara penggunaan energi berupa solar HSD dengan gas. Perhitungan ini dilakukan pada tenor selama 15 tahun, lalu dilakukan perubahan *throughput* dan pajak pengganti atas emisi. Jika hasil *ratio* lebih dari 100%, maka *Green Port* layak diaplikasikan. Pada gambar grafik VI.19 di bawah ini dapat dilihat bahwa pajak pengganti atas emisi dikatakan layak saat nilainya \$30/ton emisi yang dihasilkan dengan *throughput* lebih besar sama dengan 350,000 box/tahun. Pada grafik terjadi peningkatan dikarenakan terjadi penambahan alat untuk menangani *throughput* yang bertambah.





**Gambar VI.19. Grafik Sensitivitas BCR antara Solar HSD dengan Gas**



## BAB VII PENUTUP

### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengerjaan tugas akhir ini antara lain:

1. Dengan menangani jumlah *throughput* yang sama sebanyak 350,000 box/tahun, maka didapatkan total biaya pelabuhan *Green Port* sebesar 30.68 milyar rupiah/tahun dengan waktu operasi selama 4,667 jam/tahun. Sedangkan total biaya pelabuhan *Non-Green Port* sebesar 45.77 milyar rupiah/tahun dengan waktu operasi selama 5,303 jam/tahun.
2. Dampak eksternalitas penggunaan alat bongkar muat di *Green Port* dan *Non-Green Port* yaitu berupa biaya emisi yang dihasilkan dari penggunaan energi alat bongkar muat. Biaya emisi *Green Port* jika menggunakan pembangkit listrik dengan batu bara maka sebesar 1.33 milyar rupiah/tahun, sedangkan jika menggunakan pembangkit listrik dengan gas maka biaya emisi sebesar 800 juta rupiah/tahun. Biaya emisi *Non-Green Port* yang berupa penggunaan solar HSD yaitu sebesar 1.98 milyar rupiah/tahun.

### 7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis dari tugas akhir ini antara lain:

1. Hasil analisis ini dapat dijadikan pertimbangan untuk operator pelabuhan yang akan mengaplikasikan konsep *Green Port*.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dikaji mengenai analisis konsekuensi *Green Port* terhadap pengguna jasa peralatan bongkar muat dan fasilitas pelabuhan atau pemilik kapal.



## LAMPIRAN

**Tabel Perhitungan Biaya Pelabuhan *Green Port***

**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Green Port* (Batu bara)**

**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Green Port* (Gas)**

**Tabel Perhitungan Biaya Pelabuhan *Non-Green Port***

**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Non-Green Port***

**Tabel Perbandingan Biaya Pelabuhan *Green Port* dan *Non-Green Port***

**Tabel Perbandingan Eksternalitas *Green Port* dan *Non-Green Port***

**Tabel Analisis Produktivitas**

**Tabel Sensitivitas Utilitas Alat**

**Tabel Analisis Sensitivitas Biaya Pelabuhan *Green Port* dan *Non-Green Port***



**Tabel Perhitungan Biaya Pelabuan *Green Port***

No	Investment	CC		ATT		ASC		
1	Harga	100	M	2.5	M	30	M	
2	Jumlah	3	unit	9	unit	6	unit	
	Total	300	M	22.5	M	180	M	502.5 M
Capital Cost		48.82	M Rp/tahun	3.66	M Rp/tahun	29.29	M Rp/tahun	82 M Rp/tahun

No	Operational Cost	CC		ATT		ASC		
1	Konsumsi energi	66	KW	3.75	L/jam	66	KW	
2	Harga energi	1,011	Rp/KWH	10,153	/L	1,011	Rp/KWH	
3	Waktu operasi	4,667	jam/tahun	4,667	jam/tahun	4,667	jam/tahun	
4	Jumlah	3	unit	9		6	unit	
5	Tagihan Listrik							
	WBP	747,331,200	Rp/tahun			1,494,662,400	Rp/tahun	
	LWBP	560,498,400	Rp/tahun			1,120,996,800	Rp/tahun	
6	Gaji operator	8,000,000	Rp/bulan	3,500,000	Rp/bulan	8,000,000	Rp/bulan	
7	Jumlah operator	9	orang	9	orang	3	orang	
8	Asuransi	3.00	M Rp/tahun	0.23	M Rp/tahun	1.80	M Rp/tahun	
9	Depresiasi	18.00	M Rp/tahun	1.35	M Rp/tahun	10.80	M Rp/tahun	
	Total	5.17	M Rp/tahun	2.20	M Rp/tahun	4.70	M Rp/tahun	12 M Rp/tahun

No	Maintenance Cost	CC		ATT		ASC		
1	Jumlah	3	unit	9		6	unit	
2	Waktu operasi	4,667	jam/tahun	4,667	jam/tahun	4,667	jam/tahun	
3	Biaya Perawatan	500	JT/1000jam	150	JT/1000jam	300	JT/1000jam	
	Total	6.00	M Rp/tahun	5.40	M Rp/tahun	7.20	M Rp/tahun	19 M Rp/tahun



**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Green Port* (Batu bara)**

**Batu bara**

	CC		CC		CC	
Konsumsi	924,000	KWH/tahun	924,000	KWH/tahun	924,000	KWH/tahun
Faktor konversi	0.719	kg/KWH	0.0382	kg/KWH	0.3571	kg/KWH
Emisi	664	ton/tahun	35	ton/tahun	330	ton/tahun

	ATT		ATT		ATT	
Konsumsi	157,500	L/tahun	157,500	L/tahun	157,500	L/tahun
Faktor konversi	2.6413	kg/L	0.0395	kg/L	1.25	kg/L
Emisi	416	ton/tahun	6	ton/tahun	197	ton/tahun

	ASC		ASC		ASC	
Konsumsi	1,848,000	KWH/tahun	1,848,000	KWH/tahun	1,848,000	KWH/tahun
Faktor konversi	0.719	kg/KWH	0.0382	kg/KWH	0.3571	kg/KWH
Emisi	1,329	ton/tahun	71	ton/tahun	660	ton/tahun

	TOTAL EMISI CO <sub>2</sub>		TOTAL EMISI NO <sub>x</sub>		TOTAL EMISI SO <sub>x</sub>		
	2,409	ton/tahun	112	ton/tahun	1,187	ton/tahun	3,708 ton/tahun

Pajak	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton	
Total	0.87	M Rp/tahun	0.04	M Rp/tahun	0.43	M Rp/tahun	1.33 M Rp/tahun



**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Green Port* (Gas)**

**Gas**

	CC		CC		CC	
Konsumsi	924,000	KWH	924,000	KWH	924,000	KWH
Faktor konversi	0.524	kg/KWH	0.0382	kg/KWH	0.0115	kg/KWH
Emisi	484	ton/tahun	35	ton/tahun	11	ton/tahun

	ATT		ATT		ATT	
Konsumsi	157,500	L/tahun	157,500	L/tahun	157,500	L/tahun
Faktor konversi	2.6413	kg/L	0.0395	kg/L	1.25	kg/L
Emisi	416	ton/tahun	6	ton/tahun	197	ton/tahun

	ASC		ASC		ASC	
Konsumsi	1,848,000	KWH	1,848,000	KWH	1,848,000	KWH
Faktor konversi	0.524	kg/KWH	0.0382	kg/KWH	0.0115	kg/KWH
Emisi	968	ton/tahun	71	ton/tahun	21	ton/tahun

	TOTAL EMISI CO <sub>2</sub>		TOTAL EMISI NO <sub>x</sub>		TOTAL EMISI SO <sub>x</sub>	
	1,869	ton/tahun	112	ton/tahun	229	ton/tahun

Pajak	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton
Total	0.67	M Rp/tahun	0.04	M Rp/tahun	0.08	M Rp/tahun



**Tabel Perhitungan Biaya Pelabuhan *Non-Green Port***

No	Investment	CC		Trailer		RTG		
1	Harga	70	M	1	M	25	M	
2	Jumlah	3	unit	9	unit	6	unit	
	Total	210	M	9	M	150	M	369 M

Capital Cost	24.67	M Rp/tahun	1.06	M Rp/tahun	17.62	M Rp/tahun	44	M Rp/tahun
--------------	-------	------------	------	------------	-------	------------	----	------------

No	Operational Cost	CC		Trailer		RTG		
1	Konsumsi energi	35	L/jam	5.63	L/jam	18	L/jam	
2	Harga energi	10,153	Rp/L	10,153	Rp/L	10,153	Rp/L	
3	Waktu operasi	5,303	jam/tahun	5,303	jam/tahun	5,303	jam/tahun	
4	Jumlah	3	unit	9	unit	6	unit	
5	Gaji operator	7,000,000	Rp/bulan	3,500,000	Rp/bulan	7,000,000	Rp/bulan	
6	Jumlah operator	9	orang	9	orang	6	orang	
7	Asuransi	2.10	M Rp/tahun	0.09	M Rp/tahun	1.50	M Rp/tahun	
8	Depresiasi	9.45	M Rp/tahun	0.41	M Rp/tahun	6.75	M Rp/tahun	
	Total	8.51	M Rp/tahun	3.20	M Rp/tahun	7.82	M Rp/tahun	20 M Rp/tahun

No	Maintenance Cost	CC		Trailer		RTG		
1	Jumlah	3	unit	9	unit	6	unit	
2	Waktu operasi	5,303	jam/tahun	5,303	jam/tahun	5,303	jam/tahun	
3	Biaya Perawatan	500	JT/1000jam	150	JT/1000jam	300	JT/1000jam	
3	General Overhaul	1	M/tahun	1	M/tahun	1	M/tahun	
	Total	8.50	M Rp/tahun	7.75	M Rp/tahun	10.00	M Rp/tahun	27 M Rp/tahun



**Tabel Perhitungan Eksternalitas *Non-Green Port***

**Solar**

	CC		CC		CC	
Konsumsi	556,818	L/tahun	556,818	L/tahun	556,818	L/tahun
Faktor konversi	2.6413	kg/L	0.0395	kg/L	1.25	kg/L
Emisi	1,471	ton/tahun	22	ton/tahun	696	ton/tahun

	TRAILER		TRAILER		TRAILER	
Konsumsi	268,705	L/tahun	268,705	L/tahun	268,705	L/tahun
Faktor konversi	2.6413	kg/L	0.0395	kg/L	1.25	kg/L
Emisi	710	ton/tahun	11	ton/tahun	336	ton/tahun

	RTG		RTG		RTG	
Konsumsi	572,727	L/tahun	572,727	L/tahun	572,727	L/tahun
Faktor konversi	2.6413	kg/L	0.0395	kg/L	1.25	kg/L
Emisi	1,513	ton/tahun	23	ton/tahun	716	ton/tahun

	TOTAL EMISI CO <sub>2</sub>		TOTAL EMISI NO <sub>x</sub>		TOTAL EMISI SO <sub>x</sub>			
	3,693	ton/tahun	55	ton/tahun	1,748	ton/tahun	5,496	ton/tahun
Pajak	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton	360,000	Rp/ton		
Total	1.33	M Rp/tahun	0.02	M Rp/tahun	0.63	M Rp/tahun	1.98	M Rp/tahun



**Tabel Perbandingan Biaya Pelabuhan *Green Port* dan *Non-Green Port***

Teluk Lamong					
Biaya Pelabuhan	Container Crane	Truk	Yard Crane	Total Cost	Unit Cost
Capital Cost	48.82 M Rp/tahun	3.66 M Rp/tahun	29.29 M Rp/tahun	82 M Rp/tahun	233,656 Rp/box
Operational Cost	5.17 M Rp/tahun	2.20 M Rp/tahun	4.70 M Rp/tahun	12.08 M Rp/tahun	34,507 Rp/box
Maintenance Cost	6.00 M Rp/tahun	5.40 M Rp/tahun	7.20 M Rp/tahun	18.60 M Rp/tahun	53,143 Rp/box
				30.68 M Rp/tahun	87,650 Rp/box

Nilam					
Biaya Pelabuhan	CC	Trailer	RTG	Total Cost	Unit Cost
Capital Cost	24.67 M Rp/tahun	1.06 M Rp/tahun	17.62 M Rp/tahun	44.00 M Rp/tahun	125,714 Rp/box
Operational Cost	8.51 M Rp/tahun	3.20 M Rp/tahun	7.82 M Rp/tahun	20.00 M Rp/tahun	57,143 Rp/box
Maintenance Cost	8.50 M Rp/tahun	7.75 M Rp/tahun	10.00 M Rp/tahun	27.00 M Rp/tahun	77,143 Rp/box
				45.77 M Rp/tahun	130,784 Rp/box



**Tabel Perbandingan Eksternalitas *Green Port* dan *Non-Green Port***

**Batu Bara**

Eksternalitas	Total Cost	Unit Cost
Emisi CO <sub>2</sub>	0.87 M Rp/tahun	2,478 Rp/box
Emisi No <sub>x</sub>	0.040 M Rp/tahun	115 Rp/box
Emisi So <sub>x</sub>	0.43 M Rp/tahun	1,221 Rp/box
<b>Total Emisi</b>	<b>1.33 M Rp/tahun</b>	<b>3,814 Rp/box</b>

**Gas**

Eksternalitas	Total Cost	Unit Cost
Emisi CO <sub>2</sub>	0.67 M Rp/tahun	1,922 Rp/box
Emisi No <sub>x</sub>	0.040 M Rp/tahun	115 Rp/box
Emisi So <sub>x</sub>	0.08 M Rp/tahun	235 Rp/box
<b>Total Emisi</b>	<b>0.80 M Rp/tahun</b>	<b>2,273 Rp/box</b>

**Solar**

Eksternalitas	Total Cost	Unit Cost
Emisi CO <sub>2</sub>	1.33 M Rp/tahun	3,799 Rp/box
Emisi No <sub>x</sub>	0.020 M Rp/tahun	57 Rp/box
Emisi So <sub>x</sub>	0.63 M Rp/tahun	1,798 Rp/box
<b>Total Emisi</b>	<b>1.98 M Rp/tahun</b>	<b>5,653 Rp/box</b>



**Tabel Analisis Produktivitas**

<b>Produktivitas Green Port</b>		
	<b>Terpasang</b>	<b>Terpakai</b>
Capital Cost	81.78 M Rp/tahun	81.78 M Rp/tahun
Operational Cost	10.10 M Rp/tahun	12.08 M Rp/tahun
Maintenance Cost	9.30 M Rp/tahun	18.60 M Rp/tahun
Total Biaya Pelabuhan	101.17 M Rp/tahun	112.46 M Rp/tahun

Emisi Batu Bara	0.86 M Rp/tahun	1.33 M Rp/tahun
Total Biaya Batu Bara	102.03 M Rp/tahun	113.79 M Rp/tahun
Unit Biaya Batu Bara	291,515 Rp/box	325,120 Rp/box

Emisi Gas	0.51 M Rp/tahun	0.80 M Rp/tahun
Total Biaya Gas	101.68 M Rp/tahun	113.25 M Rp/tahun
Unit Biaya Gas	290,527 Rp/box	323,579 Rp/box

<b>Produktivitas Non-Green Port</b>		
	<b>Terpasang</b>	<b>Terpakai</b>
Capital Cost	44.00 M Rp/tahun	44.00 M Rp/tahun
Operational Cost	15.00 M Rp/tahun	20.00 M Rp/tahun
Maintenance Cost	17.00 M Rp/tahun	27.00 M Rp/tahun
Total Biaya Pelabuhan	76.00 M Rp/tahun	91.00 M Rp/tahun

Emisi Solar	1.24 M Rp/tahun	1.98 M Rp/tahun
Total Biaya Solar	77 M Rp/tahun	93 M Rp/tahun
Unit Biaya Solar	220,696 Rp/box	265,653 Rp/box



**Tabel Sensitivitas Utilitas Alat**

Teluk Lamong									
Utilitas	Kec BM (box/jam)	Waktu operasi (jam)	Investment (M)	Capital cost (M Rp/tahun)	Operational cost (M Rp/tahun)	Maintenance cost (M Rp/tahun)	Total Biaya Pelabuhan (M Rp/tahun)	Emisi batu bara (M Rp/tahun)	Emisi gas (M Rp/tahun)
63%	25	4,667	503	81.78	12.08	18.60	112.46	1.33	0.80
68%	27	4,321	503	81.78	11.67	18.60	112.05	1.24	0.74
73%	29	4,023	503	81.78	11.32	18.60	111.70	1.15	0.69
78%	31	3,763	503	81.78	11.01	13.95	106.74	1.08	0.64
83%	33	3,535	503	81.78	10.74	13.95	106.47	1.01	0.60

Nilam								
Utilitas	Kec BM (box/jam)	Waktu operasi (jam)	Investment (M)	Capital Cost (M Rp/tahun)	Operational cost (M Rp/tahun)	Maintenance cost (M Rp/tahun)	Total Biaya Pelabuhan (M Rp/tahun)	Emisi solar (M Rp/tahun)
63%	22	5,303	369	44.00	20.00	27.00	91.00	1.98
68%	24	4,861	369	44.00	19.00	22.00	85.00	1.81
73%	26	4,487	369	44.00	18.00	22.00	84.00	1.67
78%	28	4,167	369	44.00	17.00	22.00	83.00	1.55
83%	29	4,023	369	44.00	17.00	22.00	83.00	1.50

Total Cost			Unit Cost			Unit Cost Emisi		
batu bara (M Rp/tahun)	gas (M Rp/tahun)	solar (M Rp/tahun)	batu bara (Rp/box)	gas (Rp/box)	solar (Rp/box)	batu bara (Rp/box)	gas (Rp/box)	solar (Rp/box)
113.79	113.25	92.98	325,120	323,579	265,653	3,814	2,273	5,653
113.28	112.78	86.81	323,669	322,242	248,039	3,531	2,104	5,182
112.85	112.38	85.67	322,418	321,089	244,784	3,288	1,959	4,784
107.81	107.38	84.55	308,042	306,799	241,585	3,076	1,833	4,442
107.48	107.07	84.50	307,085	305,917	241,432	2,889	1,722	4,289



**Tabel Analisis Sensitivitas Biaya Pelabuhan *Green Port* dan *Non-Green Port***

Teluk Lamong						
Throughput (box/tahun)	Waktu operasi (jam)	Capital Cost (M/tahun)	Operational cost (M/tahun)	Maintenance cost (M/tahun)	Emisi batu bara (M/tahun)	Emisi gas (M/tahun)
297,500	3,967	82	11	14	1.13	0.68
315,000	4,200	82	12	19	1.20	0.72
332,500	4,433	82	12	19	1.27	0.76
346,500	4,620	82	12	19	1.32	0.79
350,000	4,667	82	12	19	1.33	0.80
353,500	4,713	82	12	19	1.35	0.80
367,500	4,900	82	12	19	1.40	0.84
385,000	5,133	82	13	23	1.47	0.87
402,500	4,025	109	15	25	1.54	0.91

Nilam						
Throughput (box/tahun)	Waktu operasi (jam)	Capital Cost (M/tahun)	Operational cost (M/tahun)	Maintenance cos (M/tahun)	Emisi solar (M/tahun)	
297,500	4,508	44	18	22	1.68	
315,000	4,773	44	19	22	1.78	
332,500	5,038	44	19	27	1.88	
346,500	5,250	44	20	27	1.96	
350,000	5,303	44	20	27	1.98	
353,500	5,356	44	20	27	2.00	
367,500	4,176	58	23	28	2.08	
385,000	4,375	58	23	28	2.18	
402,500	4,574	58	24	28	2.28	



## DAFTAR PUSTAKA

- Alberta. 2006. *Health effects Associated with Short Term exposure to Low Levels of sulphur dioxide A Technical Review Report*. Canada, Health Strategic Division.
- Blocher, J. Edward, Kung H. Chen, Thomas W. Lin, 2001. *Manajemen Biaya*, Terjemahan Dra. A. Susty Ambarriani, M.Si., Akt, Salemba Empat, Jakarta.
- Daraba, Darda. 2001. *Eksternalitas dan Kebijakan Publik*, IPB.
- Despina, et al. 2011. *How Will Greek Ports Become Green Port?*. Greek: Laboratory of Knowledge and Intelligent Computing (KIC-LAB), Dep. of Informatics and Communications Technology.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fauzi, Akhmad. 2004. *Ekonomi sumber daya alam dan lingkungan: teori dan aplikasi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ginting, R. 2002. *Kebijakan Publik dalam Eksternalitas* (Makalah). Bogor, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Herjanto, Eddy. 2007. *Manajemen Operasi*. Edisi Kesebelas. Jakarta: PT Gramedia Widia Sarana Indonesia.
- House, D. J. (2005). *Cargo Work For Maritime Operations*. Burlington: Elsevier Butterworth Heineman.
- Husnan, Suad. 1996. *Teori Portofolio Dan Analisis Sekuritas*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Jelenic, Thomas A. 2011. *The Green Port Policy: Why & What*. Port of Long Beach.
- Matz, A. and Usry, M.F. 1999. *Akuntansi Biaya (Perencanaan dan Pengendalian)*, Jilid 1 Edisi 7. Jakarta: Erlangga.
- Mueller, Daniel J. 1986. *Measuring Social Attitude*. New York: Columbia University.
- Mulyadi. 2000. *Akuntansi Biaya* Edisi 5. Yogyakarta: Aditya Media.
- Nikitakos, N. (2011). *Green Logistics - The Concept of Zero Emissions Port*. Piraeus: Department of Shipping and Trade University of Aegean.
- Riyanto, Bambang. 1998. *Dasar-Dasar Pembelanjaan Perusahaan*. Yogyakarta: Gajah Mada.
- Senduk, S. (2004), *Seri Perencana Keuangan Keluarga : Mencari Penghasilan Tambahan*. Jakarta, Alex Media Komputoindo.



Smeets, P. (2007). *Master Plan Green Port Shanghai - Better City Better Agriculture Better Life*. Amsterdam: TransForum Alterra Wageningen University and Research Centre.

Sudarsono, Edilius. 2001. Kamus Ekonomi: Uang dan Bank. Jakarta: Rineka Cipta.

Sunariyah. 2003. Pengantar Pengetahuan Pasar Modal. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.

Sudjana Eggi, Riyanto. 1999. "Penegakan Hukum Lingkungan dalam Perspektif Etika Bisnis di Indonesia", Gramedia, Jakarta.

Sydney Ports Corporation. (2006). Green Port Guidelines. New South Wales: Sydney Ports Corporation.

The Port Authority of New York and New Jersey. (2007). Commercial Marine Vessel; Engine Replacement Program. New York: The Port Authority of New York and New Jersey.

The Port of Los Angeles. (2011). Strategic Plan The Port of Los Angeles. Los Angeles: The Port of Los Angeles.

Triatmodjo, Bambang. 1996. Pelabuhan, Beta Offset, Yogyakarta.

United State - Environmental Protection Agency (US EPA). 2011. Basic Information, <http://www.epa.gov/climatechange/basicinfo.html>

Wardhana, W. A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Cetakan keempat. Yogyakarta: Penerbit ANDI.